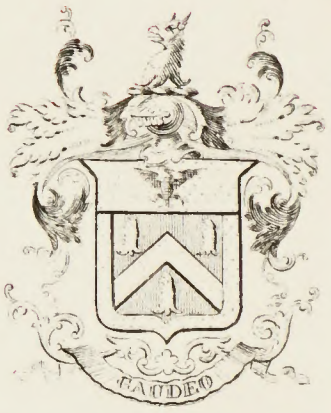
SHOUT
SHARE
IT

A28 c
V6 e
rar



John Carter Brown
Library
Brown University

DISERTACION FISICA

SOBRE LA MATERIA Y FORMACION

DE LAS AURORAS BOREALES,

QUE

CON OCASION DE LA QUE APARECIÓ

EN MEXICO Y OTROS LUGARES

DE LA NUEVA ESPAÑA

el dia 14 de Noviembre de 1789

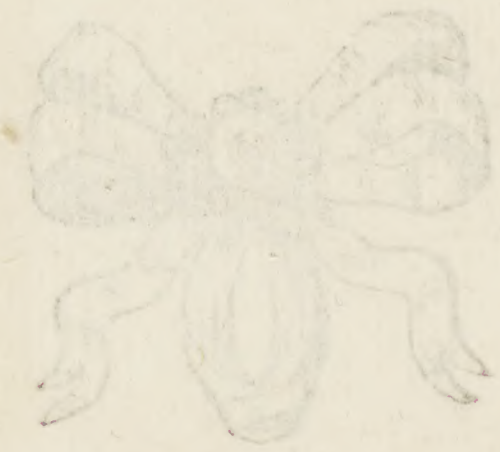
ESCRIBIÓ

D. ANTONIO DE LEON Y GAMA.

CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

MEXICO:
Por D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, calle del Espíritu Santo, año de 1790.

848



R.P.J.C.M.

Disertacion fisica sobre la Aurora boreal.

LA Aurora boreal que apareció en México la noche del dia 14 de Noviembre del año inmediato de 1789, al mismo tiempo que causó en general temor en la gente, por no tener noticia de haberse visto otra semejante en este Reyno, excitó la curiosidad de algunas personas instruidas, pretendiendo indagar la causa y materia de su formacion. Para ocurrir primero á desterrar el miedo que habian concebido á este fenómeno admirable, dí una ligera idea en las Gazetas de México de 1 y 22 de Diciembre, así de lo comun que es su vision en las partes septentrionales de la Europa, como del ningun daño que se habia experimentado en ellas. Como aun para este solo fin no era suficiente el corto campo que permite una noticia de Gazeta, donde es fuerza que vayan otras insertas, fué necesario dividirla en las dos últimas del año (omitiendo no pocas cosas conducentes á desvanecer el general temor de que estaba llena la Ciudad, que fué entonces mi principal asunto) reservando para otra ocasion cumplir con el encargo que se me hizo de exponer algo sobre la causa fisica y materia de que se forma: qüestion bien delicada, tratada por los mejores Filósofos y Matemáticos de nuestro siglo, y cuyas opiniones tienen en contra innumerables dificultades y argumentos. Algunos se hallan en el célebre Tratado de la Aurora boreal del Señor Mairan, que ilustró posteriormente con varias adiciones doctas y circunstanciadas: de cuya Obra me hé servido en parte para las noticias históricas, y observaciones de este fenómeno, que recogió de casi todos los mejores Astrónomos y Físicos del Orbe literario. Otros añadiré segun las circunstancias observadas nuevamente, los quales no solo destruyen los fundamentos sobre que han apoyado sus opiniones algunos Autores; sino que manifiestan, con bastante probabilidad, qual sea la causa fisica de su formacion.

Para proceder con la claridad posible, dividiré en quatro Parágrafos esta Disertacion: en el primero se expresarán las diferencias, propiedades, y variedad de circunstancias que se han observado en las Auroras boreales. En el segundo se expondrán las diferentes opiniones de algunos Filósofos modernos, y las objeciones que tienen en su contra, así opuestas por Mairan, como las que se deducen de la observada en nuestra América. Hablo, contra aquellas opiniones que se fundan en algunas razones físicas, despreciando del todo otras que carecen de la menor probabilidad. En el tercero se insertarán las noticias que se han podido conseguir de algunos Lugares de esta Nueva España donde apareció la misma noche del dia 14 de Noviembre la que se observó en México: y con esta ocasion se hace vér que el systema de Mairan no se limita á solos los Lugares que tienen una grande altura de Polo. Y en el quarto se di-

rá sinceramente la opinion ó juicio que hé formado sobre su origen: se comprobará con razones fisicas y matemáticas; y se procurará desvanecer las objeciones que pueden oponerse.

§. I.

Diferencias que se observan en las Auroras boreales: propiedades y circunstancias de la materia de que se componen.

1. ENTRE las luces que aparecen en el Cielo despues de puesto el Soi, y acabado el crepúsculo vespertino, son unas manchas de color de fuego, que por participaciou de alguna nube, forman diferentes figuras, así de hombres, como de animales, y otras cosas, que fueron siempre el terror de los Pueblos, y hoy se tienen por una especie de Auroras boreales, aunque impropias é informes; de las quales no haré mencion, por haber antes dicho algo de ellas en las citad as Gazetas de México, y porque despues de tratar de las perfectas, es facil inferir por estas las causas y origen de las otras. Las Auroras boreales perfectas se representan de diferentes maneras: unas forman un segmento de círculo obscuro sobre el horizonte, á la parte del Norte, con declinacion al Occidente; y de este segmento obscuro se difunden por gran parte del Cielo varias ráfagas de luz, yá perpendicularmente, y yá con alguna inclinacion. Otras, sobre el mismo segmento obscuro forman un arco ó zona luminosa, mas ó menos ancha, conforme á la abundancia de materia de que constan: lo regular de su amplitud es de 2 hasta 5 grados, y raras veces llega á 8 ó 10. Y otras, en que sobre el segmento horizontal se vén varias zonas ó arcos concéntricos, interpolados, uno luminoso, y otro obscuro, como la que observó Burmann en Upsal el dia 20 de Septiembre de 1717, con tres ó quatro arcos luminosos, los unos sobre los otros, separados por intervalos ó zonas obscuras: la que observó Poleni el año de 1737, citado por Mussembroek (a), con tres arcos luminosos, cuyo segundo limbo estaba dos veces mas alto que el primero; y el tercero otras dos veces mas que el segundo: las observadas por Liebknecht en Giessen de Alemania á 17 de Febrero, y 1 de Marzo de 1721; y la que refiere Mairan haber observado en Brevilepont el dia 19 de Octubre de 1726 (b).

2. El segmento obscuro es una especie de humo ó niebla opaca que forma la base en el horizonte, donde se extiende desde 5 hasta 100 y mas grados, y cuya cuerda es el mismo horizonte: de la propia materia son las zonas que separan los arcos luminosos, aunque á veces menos opacas, y de un color ceniciento que tira á morado. Así el limbo del segmento, como los de las zonas obscuras, suelen estar interrumpidos por las ráfagas de luz que de ellos nacen, y forman varias figuras, como columnas, pirámides, y varas que suben á juntarse hasta el zenith ó cerca

---

(a) Cours de Physiq. experim. & mathem tom. 3. pag. 382. núm. 2490.
(b) Traité physiq. & histor. de l' Aur. bor. sect. 3. chap. 4. edit. de 1754.

de él, representando un anillo ó corona: en medio de estas ráfagas se vén varios movimientos, vibraciones, humos y relámpagos, ó como rayos de luz despedidos por la misma materia. Todo lo qual conviene solamente á las *Grandes* Auroras boreales, pues las que llaman *Pacíficas* no constan de segmento obscuro, ni tienen arcos concéntricos, ni se vén en ellas vibraciones ni movimientos: siempre se mantienen quietas en forma circular, de un color mas ó menos encendido, segun la mayor ó menor distancia en que se observan, y la mas ó menos abundancia y disposicion de la materia de que se componen.

3. La Luz en las grandes Auroras tiene variedad de colores: por lo regular es blanca y resplandeciente en su centro, degenerando en amarillo y rojo conforme se vá apartando de él; pero ella produce una gran claridad, principalmente quando llegan á unirse sus rayos en el zenith, donde forman una hermosa y muy viva luz mezclada de verde, azul y morado. Los arcos tambien suelen representarse con los colores del Iris. En los paises situados ácia el circulo polar se vén continuamente cubrir el Cielo esas Luces boreales de varios y hermosos colores; pero entre ellas se señalan las que dice Maupertuis (c) haber observado solas dos veces, las quales tienen los habitadores de *Ofvver Tornea* en la Laponia, como señales de alguna gran calamidad. Estas se extendian ácia el Mediodía, tiñendo gran parte del Cielo de un color rojo muy vivo que cubria toda la Constelacion de Orion, la que parecia estar sumergida en sangre: despues de haber permanecido así algun tiempo, se manifestó movible, variando su color en morado y azul, y subiendo á formar un remate, cuyo vértice distaba poco del zenith ácia el Sudoeste: sus colores no se perdian ni con la mayor claridad de la Luna. En las Auroras pacíficas no se observa esta claridad, y mutacion de colores, y el que manifiestan regularmente es un rojo amortiguado con la niebla ó humo que las acompaña.

4. La altura aparente ó angular del vértice del segmento obscuro en las grandes Auroras, varía desde 10 hasta 20 grados; pero los arcos luminosos ascienden á mucha mayor altura, segun la materia de que se componen; y quanto mas completas aparecen, tanto mayor es su altura sobre el horizonte: en la que observó el Dr. Gabry en la Haia el dia 27 de Febrero de 1750, llegaba el limbo de su arco luminoso á cerca de 80 grados: en la de 24 de Agosto del mismo año observada por Mairan, pasaba 2 ó 3 del zenith á la parte del Sur. De las que refiere Celsio vistas en Torno de la Laponia en los dias 22 de Diciembre de 1736, y 21 de Enero de 1737, llegó el limbo luminoso hasta el zenith en la primera, y en la segunda pasó de él ácia el Sur mas de 20 grados: otras refiere el mismo Mairan que pasaron del zenith. En las Auroras pacíficas es mucho menor la altura aparente del segmento colorado que forman; pero en unas y en otras se suele experimentar diversidad de alturas en muy cortos intervalos de tiempo. La que observó Cramer en Ginebra el

(c) Œuvres de M. de Maupertuis. tom. 3. pag. 157 y 158.

dia 15 de Febrero de 1730, que constaba de dos arcos luminosos, y una zona ó banda, cuyo vértice de un rojo debilitado pasaba como 12 grados del zenith ácia el Sur, presentó los fenómenos siguientes. A las 7 de la noche se elevó el arco superior hasta la cabeza ó espalda de *Orion*, que corresponde como á 50 ó 54 grados de altura; pero á las $8\frac{1}{3}$ habia baxado de 45 á 46 grados inferior á *Procyon*, y la grande banda ó zona tuvo varias diferencias, unas veces aumentando, y otras disminuyendo su amplitud desde 12 hasta 20 grados. La observada por Mairan el dia 2 de Octubre del siguiente año de 1731, que comenzó como á las 10 de la noche, se mantuvo en 20 ó 25 grados de altura, sobre 120, ó 125 de amplitud, hasta las $12\frac{1}{2}$, en que le pareció haber ido en diminucion; pero en menos de 5 ó 6 minutos se formó un incendio casi universal, doblando las ráfagas, vibraciones, movimientos y relámpagos, y el arco luminoso ocupaba mas de 150 grados sobre el horizonte, subiendo hasta el zenith, y pasando á la parte del Sur sus bordes interrumpidos, mal terminados, y mezclados de flueeos de una materia blanquecina, que cubria succesivamente la estrella del Norte, y la constelacion de Casiopea, hasta llegar cerca de las estrellas de la cabeza de Aries.

5. A mas de estas variaciones de altura aparente, se observa aun en las Auroras pacíficas que carecen de movimientos, mucha imperfeccion en su forma circular, á causa de estar los limbos superiores mal decididos: por lo qual dice Mairan, (d) que en las observaciones de su altura hay varias diferencias, por los errores casi inevitables que se cometen en ellas, pues las mas bien terminadas, jamas lo estan sino imperfectamente. Por esta razon dudó Burmann, si eran tres ó quatro los arcos luminosos de la que observó en Upsal el año de 1717, (e) diciendo: *Yo ví quatro, ó á lo menos tres, los unos sobre los otros, y separados los unos de los otros por intervalos obscuros*. No obstante, con la diferencia de 2 ó 3 grados, se han servido los Físicos de la altura aparente ó angular para deducir por cálculos trigonométricos, segun el método de Mairan, ó analyticos, conforme al de Mayer, la altura verdadera que tiene la materia boreal sobre la superficie de la tierra.

6. Esta altura verdadera (por mas que la hayan querido ocultar los que pretenden que la formacion de este fenómeno sea en la region de los meteoros) la excede en muchas leguas. Es constante que las nubes no se elevan á mayor altura que una ó dos leguas, segun se manifiesta de las exâctas medidas executadas por los Padres Taequet, Ricciolo, Grimaldo, y otros Autores modernos; y que la Aurora boreal menos elevada pasa de 40 y de 50 leguas; habiendo otras, cuya elevacion llega á 300: y esta es una de las propiedades que convienen solamente á las Auroras boreales; pues aunque el Abate *Pára* pretende limitar esta altura á 12 ó 10 leguas, (f) á mas de que ella es muy excesiva respecto de la

(d) Loc. cit. pag. 405.
(e) Apud Mair. loc. cit. pag. 122.
(f) Theoria des Etres sensib. tom. 3. pag. 64.

que tienen las nubes donde se forman todos los meteoros, no lo demuestra; y sí lo hizo Mairan, y otros grandes Matemáticos que cita, con las muchas que observaron, de las quales la que menos distaba de la superficie de la tierra 47 leguas, que fué la de 16 de Marzo de 1730, observada y calculada su altura por Krafft en Petersbourg.

7. Es increible la gran variedad de opiniones que se halla entre los Autores Físicos y Matemáticos sobre la elevacion de la Atmosfera terrestre, pretendiendo cada uno darla aquella que le acomoda mas para explicar su parecer en quanto á la materia y formacion de las Auroras boreales. El citado Abate Pára la supone de 15 á 16 leguas. Euler, de sola una milla de Alemania. Mairan asienta con Cassini, (g) que excede de 500 leguas. Diferencia enorme, que no se puede conciliar ni por el método de los crepúsculos, de que se sirvieron los antiguos, ni por las diversas alturas del Barómetro, de que usan los modernos. M. *de Luc*, que con repetidos y exâctos experimentos, y medidas geométricas facilitó y corrigió este segundo, dá reglas en su amplísimo Tratado de Barómetros y Termómetros (h) por donde poder hallar con la mayor probabilidad la verdadera altura de la Atmosfera, como veremos despues.

8. La materia de que se forma la Aurora boreal, así aquella del segmento y arcos obscuros, como la luminosa, es transparente, y detras de ella se vén las Estrellas de primera, segunda, y aun de tercera magnitud, como se observa con las colas de los Cometas: Mussembroek refiere (i) haberse visto detras de las columnas luminosas las estrellas de sexta magnitud; de suerte que, segun Euler, la materia boreal es mas de mil veces mas rara y sutil que una tenuísima nube. No obstante su transparencia, ella opáca la brillantez de las estrellas, las hace parecer sin rayos y cintilacion; y á veces se ven del color de la misma materia. En la observada por Cramer, que se citó en el núm. 4. dice, que obscureció notablemente la luz de las estrellas que cubria la banda roja, tiñéndolas del mismo color; y que las que estaban vecinas á ella perdieron su brillantez ordinaria (k), no exceptuándose la claridad de Júpiter, al que tambien obscureció.

9. Parece que con el tiempo ha ido creciendo esta materia, ó se han hecho freqüentes sus apariciones, á lo menos en los Paises situados entre el Círculo polar y el Trópico de Cancer. En el siglo pasado se contaban muy pocas Auroras boreales, ó no se tenia memoria de las que habian aparecido en Dinamarca, hasta la que se vió el año de 1709, que causó alli tanto espanto, que hizo tomar las armas á los Soldados, y batir las caxas. El mismo horror causaron en la Rusia las que se observaron á principios del siglo presente; pero despues fueron continuando las apariciones, y perdiendo el temor los habitadores de ambos Reynos.

(g) L. c. pag. 53 y 347.
(h) Recherches sur les modifications de l' Atmosph. tom. 3. part. 4. chap. 3.
(i) Tom. 3. pag. 385. n. 2493.
(k) Mairan. pag. 153. y 395.

En España fueron raras, y de ellas se habia yá perdido la memoria, hasta que la freqüencia con que han aparecido de solos 20 años á esta parte (segun consta de los Memoriales literarios de Madrid que quedan citados en la Gazeta de México de 22 de Diciembre del año inmediato de 1789) hizo que se advirtieran y observaran con reflexîon. Es de admirar, que unas veces se cuente en un mismo Pais una interrupcion de 50 ó mas años, y que otras se vean repetidas en años consecutivos, y aun se observen varias en un mismo año. En las tierras polares se há visto siempre con freqüencia; pero yo pienso, que mas há sido un continuado crepúsculo quando dexa el Sol aquel horizonte, que Aurora boreal perfecta. Por las relaciones de la Islanda y de la Suiza consta, que los mas viejos se sorprendian en el presente siglo al vér aparecer con freqüencia este fenómeno, por no tener noticia de otros semejantes en sus tiempos: y el Dr. Halley dixo, que no habia visto otro en Inglaterra en 60 años que tenia de edad. Qual sea la causa de cesar de aparecer en tan crecido número de años, y despues de una grande intermision, observarse con freqüencia, no es facil hallar en ninguno de los systemas hasta ahora inventados por los Físicos.

10. El tiempo á propósito en que se observa es regularmente en el Otoño é Invierno, quando el Cielo está limpio y sereno, comenzando á aparecer dos ó tres horas despues de puesto el Sol, y raras veces quatro ó cinco; pero nunca comienza á la media noche, ó despues de ella, como lo experimentó Mairan en muchas que observó, y comprobó con la gran copia de relaciones que tuvo presentes para su obra: todas las Auroras que han durado hasta el amanecer, y se han confundido con el crepúsculo matutino, tuvieron su principio antes de la media noche, y en unos paises de mucha latitud, en que la obscuridad es de poca duracion. No obstante que el tiempo mas á propósito sea en las dos estaciones referidas, Mussembroek, en el intervalo de 29 años, observó muchas en todos los meses del año, y dice, ser mas freqüentes en los de Marzo, Abril y Mayo, que en los demas (1). Al contrario Mairan afirma, ser mas freqüentes en los meses de Octubre hasta Marzo, que en los otros; pero yo creo, que el observarse en unas partes, y en otras no, en unos mismos meses, depende de la variedad de obstáculos que se oponen en nuestra Atmosfera, é impiden la vision en unos Lugares, quando en otros que carecen de esos impedimentos se manifiestan con mas ó menos perfeccion, segun las distancias de donde se observan, y circunstancias locales, como se verá adelante.

§. II.

Varias opiniones acerca de la materia de que se forma la Aurora boreal.

11. LUEGO que comenzaron á verse con freqüencia las Luces septentrionales en los Paises cultos de la Europa, empezaron los

(1) Pag. 382. n. 2489.

Filósofos y Matemáticos á indagar la causa y materia de que se formaban; y aunque en el siglo pasado se observaron varias por algunos, y entre ellos Gasendo la que apareció el año de 1621; y en el siglo presente las que se vieron en los años 1707 y 1708 por Roëmer en Dinamarca, Kirch en Prusia, Neve en Irlanda, y Halley en Inglaterra; pasaron en silencio la causa de su formacion, hasta que por haberse hecho mas notable la de 17 de Marzo de 1716, observada por el mismo Halley, dió este célebre Astrónomo su observacion en las Transacciones filosóficas de aquel año, atribuyendo su formacion á una materia magnética dimanada de la tierra, que caminaba ácia los polos, donde, como mas abundante, aparecian con mayor freqüencia y claridad. Comprobó su opinion con las distintas variaciones y movimientos, ya mas, ya menos occidentales, que se experimentaban en la Aguja magnética al tiempo de aparecer las Auroras boreales; y con la declinacion que tenia la misma Aguja de 14 ó 15 grados al N. O. semejante á la que se observaba en ellas: de donde se inferia la correspondencia que tenia la materia boreal con los efluvios del Iman dimanados de la Tierra. Esta opinion tuvo muchos partidarios, hasta que desvanecida por Mairan, buscaron otros caminos.

12. Los grandes fundamentos con que la destruye este Autor son: Primero, que no siempre há tenido la Aguja en aquellos Paises la misma declinacion, pues por las relaciones que cita, constaba, que el año de 1731 en el Observatorio de París declinaba 15 grados y 15 minutos al N. O: el de 1700 solamente declinaba 8 y 12 min. al mismo rumbo; y el de 1666 habia sido ninguna su declinacion, habiendola tenido antes de muchos grados al rumbo contrario del Oriente. Segundo, que los movimientos y variaciones que se observan en ella al tiempo de aparecer la Aurora boreal, se observaban tambien en los dias que no aparecia; y al contrario, no solia observarse movimiento alguno al tiempo de su aparicion: y que en algunos dias del año, y aun en distintas horas de un mismo dia se experimentaban diversas variaciones. Tercero, que ¿como esta sutilísima materia, siendo de una tenuidad invisible, se presenta en forma visible á tanta distancia de nuestros ojos? Si es por el auxîlio de los vapores y exhalaciones que lleva consigo de la tierra, ¿como puede elevarlos á la altura de 200 ó mas leguas, haciendolos perder su propio peso, y tomar la altura centuplicada que acostumbran tener en la Atmosfera? Con otras reflexîones que pueden verse en su citado Tratado.

13. La mayor y mas poderosa objecion contra todas las opiniones de los Físicos que hasta ahora han discurrido, es la grande altura que tiene la Luz boreal; pero á mas de esta se oponen otras fuertes razones contra cada una de sus hypotheses. Porque pretendiendo unos, que esta Luz sea un agregado de vapores ó exhalaciones bituminosas, sulfureas y nitrosas que suben de la tierra á lo superior de la Atmosfera, donde, á causa de su fermentacion, se encienden: y otros, que sea una Tempestad imperfecta, que se manifiesta por los relámpagos que forma, y ruido como de truenos que se oye; ambas opiniones se desvanecen con una

sola respuesta: siendo de advertir, que á este pretendido ruido se oponen constantemente todos los Físicos modernos desde las observaciones hechas por Celsio en la Laponia, y en otros Paises septentrionales, afirmando este, no haber oido jamas semejante ruido. Pero permitido esto, ¿es creible, que en las Zonas templadas, y en la Tórrida, donde abundan todos los años tempestades perfectas, se pasen tantos sin que se forme una imperfecta? Lo mismo se dirá en quanto á las exhalaciones y vapores tan continuos en la Zona tórrida, cuya Atmosfera se vé pocas veces al año libre de ellos.

14. Otros pretenden que sea una doble reflexîon de los rayos del Sol, que hiriendo las montañas de nieve que se forman ácia el Polo, vuelven á la Atmosfera terrestre, donde se hacen visibles. De manera, que los que patrocinan esta hypothesi, fixan precisamente la residencia de la Aurora boreal baxo del círculo polar, y en la misma Atmosfera de la Tierra. Luego en las partes muy distantes, como son los Paises meridionales de la Europa, y regiones de la América, donde no hay montes de nieve vecinos, y desde cuya distancia no se puede alcanzar á vér aquella parte de Atmosfera iluminada ácia el Polo, carecerán de esta vision: contra lo que se tiene experimentado en Italia, España, y en nuestra América. Prescindo ahora de otras inconseqüencias ópticas que resultan de esta suposicion.

15. El célebre Franklin que descubrió varios fenómenos en la Electricidad, atribuye á ella la causa y materia de su formacion. A este siguieron varios Físicos modernos; pero ninguno há dado una prueba decisiva de ello; y los mas asienten á que el fluido eléctrico solo tiene parte en su formacion, y por consiguiente no es él la causa eficiente de este fenómeno. Mussembroek la atribuye á las exhalaciones que suben de la Tierra á lo superior de la Atmosfera, donde forman una nube, que encontrando con otras exhalaciones, por virtud del fluido eléctrico y fosfórico, se encienden. Pero él mismo expone las contradicciones que se encuentran en esta hypothesi: por lo que dice, que el Físico deberá suspender el juicio, pues no habiendo fuertes pruebas para poder adherir á esta opinion, no se puede mirar como cierta (a). Y efectivamente, si las exhalaciones encendidas por la materia eléctrica constituyen la Aurora boreal, ¿porqué en cerca de un siglo que pasó desde el año de 1629 hasta el de 1716, no se observó alguna en la Holanda? ¿No hubo en tan grande intervalo de tiempo exhalaciones en la Tierra, ni fluido eléctrico en la Atmosfera? Mas: si este fluido es universal en toda ella, y las exhalaciones se extienden por todas partes, ¿porqué se vén solamente al Norte, y no en otros lugares del Cielo? Quando la materia eléctrica se junta con un cuerpo tambien eléctrico por su naturaleza, no hace efecto alguno visible: y si se comunica á otro cuerpo no eléctrico, se destruye hasta que vuelve á impregnarse de aquel fluido: luego si las exhalaciones que forman la nube que dice Mussembroek se juntan con otras ex-

(a) Tom. 3. pag. 390. nn. 2503 y 2504.

halaciones, y ambas constan de una misma materia eléctrica, nada producirán á nuestra vista: y si las unas son eléctricas por su naturaleza, y las otras solo por comunicacion; al juntarse las unas con las otras, se manifestará el fenómeno instantaneo, como sucede con el rayo, y con la chispa que se excita en la Máquina, hasta volver á cargarse de este fluido. Y de esta manera se manifestaria por intervalos y con interrupcion la Aurora boreal. Pero ella se manifiesta constante, y dura por muchas horas, y aún por toda la noche, como se experimenta en las partes septentrionales: ¿como, pues, puede ser producida por este fluido eléctrico?

16. La misma abundancia de materia eléctrica que hay en las Regiones septentrionales, se halla en la Zona templada, y en la Tórrida: consta de los experimentos, que en todas partes producen el mismo efecto: luego el que aparezcan con freqüencia en los Lugares situados cerca del Polo, y sean menos freqüentes en las partes meridionales, y raras en la América, procede de otra causa, que no es la electricidad. Igual objecion se opone contra la fermentacion que dice Mussembroek producen las exhalaciones, formando la que llama nube, quando encuentran con otras exhalaciones diferentes propias á incendiarse; pues en los lugares de la Zona tórrida, donde hay tanta copia de exhalaciones fermentables, serian continuas las apariciones de Auroras boreales: y no solo boreales, sino orientales, occidentales y australes, pues por todos los rumbos abundan estas exhalaciones. Pasemos ya al systema de Mairan, que sin duda es el mas racional, el menos complicado, y el mas susceptible de demostraciones fisicas y matemáticas, el qual se funda en los principios siguientes.

17. Que la materia de que se compone la Atmosfera del Sol, segun la varia disposicion en que se halla en distintos tiempos del año, con respecto á la Eclíptica, desciende hasta la órbita de la Tierra, y aun pasa mas adelante; y que encontrando esta materia las partes superiores de la Atmosfera terrestre, y pasando de los límites en que está contenida, cae, en virtud de las leyes de la gravitacion universal de los cuerpos, se mezcla con nuestro ayre, introduciendose mas ó menos profundamente, segun fuere mayor ó menor su gravedad específica: y que por constar tambien la materia de la Atmosfera solar de partes heterogeneas, como la de la Tierra, resulta que unas de ellas, que tienen mayor peso, descienden mas abaxo, son mas groseras, y menos inflamables que las otras mas ligeras; formando aquellas las nieblas y humos densos, y estas mas ligeras, las partes lucidas y transparentes que se observan en las Auroras boreales. Prueba la concurrencia de la Atmosfera solar con la nuestra por la aparicion de la *Luz zodiacal*, que en diferentes tiempos se vé de diversa magnitud y figura.

18. Aunque esta opinion tuvo algunos hombres sabios que la patrocinaran, no faltaron otros que la atacaran con varias objeciones, á que procuró satisfacer Mairan en las Ilustraciones que añadió posteriormente á su Tratado. Pero como en esto no determina la verdera altura de la Atmosfera terrestre, sino que refiere las opiniones de varios Autores;

y segun ellas, en una parte la fixa á solas 15 ó 20 leguas (b), y en otras, la hace pasar de 500 (c); y que la Aurora bareal, en todos los cálculos formados, así por él, como por otros Geómetras, nunca se ha hallado á tan pequeña altura de 15 ó 20 leguas, aunque las partes de la Atmosfera del Sol hayan llegado hasta ella: ni al contrario se há observado luz boreal que tenga de distancia desde la Tierra 500 ó mas leguas (*), pues de todas las que refiere, la mas distante no pasa de 300; tiene aun otras dificultades que se opongan á su systema. Y aunque su gran penetracion llegaria á alcanzarlas, y por eso no lo asienta como único, (pues hablando de la grande altura de la region donde aparece la Aurora boreal, concluye con esta disyuntiva: que, ó ella consiste en una materia mas rara y mas ligera que las partes superiores de nuestro ayre, por raro, ligero y sutil que deba ser en su mayor distancia de la Tierra; ó que nuestra Atmosfera tiene mayor elevacion de la que se ha creido hasta aqui (d)); con todo insiste en que reside en la misma Atmosfera, sin determinar su verdadera elevacion.

19. Pero sin pretender inculcar sus fundamentos, ni las objeciones que tienen en su contra, con sus mismas razones probaré, que no puede tener su asiento en nuestra Atmosfera. Porque, segun afirma, la residencia y abundancia de esta materia luminosa es ácia el Polo, y en los paises septentrionales (e), desde donde se manifiesta por razon de su altura, á otros lugares distantes ácia el Mediodia; pero no de menor latitud que 36 ó 35 grados; pues no ha habido paralaxes que hayan determinado la Aurora boreal á la altura de 300 leguas (f). De que se infiere, que habiendose verificado ya la aparicion de la Aurora boreal dentro de la Zona tórrida, con las circunstancias que se observa en los paises septentrionales, como veremos despues; ó no reside solamente ácia estas partes su materia, y por consiguiente no se limita su vision á los Lugares que exceden al grado 35 de latitud; ó si es su residencia solamente en las partes septentrionales, es necesario que la que se observó en esta Nueva España hubiera tenido mas que doble altura sobre la superficie de la Tierra, que las 500 leguas que se suponen á la Atmosfera terrestre por Cassini. Y en este caso no tiene lugar el systema de su formacion por la concurrencia de la Luz zodiacal, ó Atmosfera solar con las

---

(b) L. cit. pag. 43.

(c) Pag. 53. en la Nota, y pag. 347.

(*) Todas las leguas de que aqui se trata se deben entender de las francesas de á 25 en grado, á menos que se distingan con la expresion de leguas castellanas.

(d) D' où il suit, ou que l' Aurore boréale consiste en une matière plus rare & plus légère que les parties supérieures de notre air, quelque rare, quelque léger & délié qu' il doive être à ces grandes distances, selon l' opinion commune, ou que l' Atmosphère est beaucoup plus élevée qu' on ne l' a cru jusqu' ici. *Pag.* 6 & 7.

(e) Loc. cit.

(f) Pag. 347.

partes de la Atmosfera terrestre; porque quedando ésta tantas leguas inferior á la region donde se halla la materia luminosa, no tendrá ella dependencia alguna con nuestra Atmosfera. El mismo asienta, que si la luz boreal residiera en una region, cuya altura sobre la superficie de la Tierra fuera de algunos millares de millas alemanas, ó de 2865 leguas, diámetro entero de la Tierra, que es la opinion de Euler, se vería desde el Equador, y mucho mas adelante: luego habiendose observado en los paises cercanos al Equador, será la altura de este fenómeno, por lo menos, mayor que un semidiámetro de la Tierra, ó que 1432½ leguas; á cuya distancia ninguno há soñado que pueda elevarse nuestra Atmosfera.

20. Pero sea la que fuére la altura de la Atmosfera terrestre, estando al systema de Mairan, resulta, que la residencia de la materia boreal no puede ser solamente ácia el Polo, y debe tener su asiento en todas las regiones donde se verificaren las apariciones y dispariciones de la Luz zodiacal, ó Atmosfera solar, segun lo que dice el mismo (g): y habiendo estas verificádose en México y otros Lugares de la Tórrida zona; es constante que no solamente en las partes septentrionales, ó cuya latitud exceda del grado 35, puede alcanzar á verse la Aurora boreal, si esta se forma por la Luz zodiacal. En México se observa regularmente esta Luz, quando el Cielo está sin nubes, ya mas, ya menos estendida, en forma piramidal, cuyo vértice en los dias 26 de Noviembre, 14 y 15 de Diciembre de 1788 llegó hasta cerca de nuestro zenith. Luego siendo una misma la causa, han de ser unos mismos los efectos.

21. Ni puede dexar de ser uno mismo mismo el efecto causado por la Atmosfera solar, asi en las regiones subpolares, como en las que estan situadas baxo de la Zona tórrida; pues inundando muchas veces esta Atmosfera solar á toda la Tierra, como se dice por el mismo Mairan (h), no puede haber parte alguna de ella que en aquellas veces dexe de sentir el mismo efecto que las otras. El ayre que nos circunda es el mismo, y de la misma naturaleza en todo el Orbe terraqueo, aunque en unas partes sea menos denso que en otras: todas las tres regiones en que divide la Atmosfera terrestre, se componen de unas mismas partes heterogeneas, pues todas estan expuestas á recibir los vapores y exhalaciones de la Tierra, á formar tempestades, lluvias, y otros meteoros que generalmente se experimentan, aunque en unos lugares sean en una estacion del año, y en otros en otra: ¿pues porqué no se han de poder formar tambien las Auroras boreales, si éstas se forman en la Atmosfera de la Tierra, por la concurrencia de la Atmosfera solar?

(g) Sect. 4. cap. 8. pag. 233. & seq.

(h) Il est donc de la derniere certitude que l' Atmosphère du Soleil peut atteindre jusqu' à nous, que la Terre peut en être, pour ainsi dire, inondée, & que cela doit être arrivé plusieurs fois. *Sect*, 1. *cap*. 6. *pag*. 29.

§. III.

Varias noticias de algunos Lugares de este Reyno donde se vió la Aurora boreal la misma noche del dia 14 de Nov. de 1789.

22. LA Aurora boreal que se vió en México la noche del dia 14 de Noviembre fué para nosotros de la clase de las *Pacíficas*, pues no se observaron en ella las ráfagas ó rayos de luz, ni las columnas y vibraciones, ni aquella claridad con que se manifiestan las *Grandes Auroras*, y las *Completas*, capaces de formar sombras de los cuerpos, y verse á su luz, con distincion, los objetos; pero en otros Lugares del Reyno se observó de esta manera. Por las Cartas que han venido á D. Manuel Antonio Valdés Autor de la Gazeta de México, y por otras noticias que se me han comunicado, consta la gran variedad con que apareció en diversas partes, cuya diferencia de latitud, respecto de esta Ciudad, es corta; y en quanto á la longitud, distan poco sus meridianos. Pondré algunas de ellas á la letra, por sus circunstancias; y de otras solo referiré lo conducente.

23. Ya queda dicho en la citada Gazeta de 1 de Diciembre, que en la Villa de nuestra Señora de Guadalupe, distante solamente una legua ácia el Norte de México, apenas se manifestó; y que en S. Juan Teotihuacan, que dista por el mismo rumbo 7 leguas, no causó la mayor novedad: de que se infiere, no haber sido alli de tan horroroso aspecto como en México. Pues pasemos ya á vér lo que se dice de otros Lugares mas distantes situados por este rumbo del Norte. En la Villa de San Miguel el Grande, por Carta de 18 del propio Noviembre participa Don Juan Ladriz y Burgos (aunque con equivocacion en el dia, pues lo pone el 13) que como á las 7 de la noche se observó que el Norte estaba ocupado de fuego, ó al menos de un color rojo que lo indicaba... Que duró esta novedad hasta las 11, en que tomó su antiguo ser.

24. El Cura de Papantla (*) Lugar situado en la Costa del Seno mexicano, por Carta del mismo dia dice: „Papantla Noviembre 14 de 1789. „ En la noche de este dia, á las ocho y quarto de ella, estando el Cielo „ limpio de toda nube, y con bastante brillantez las estrellas, se obser- „ vó que la Atmosfera se iluminó al Norte de este Pueblo una porcion „ como desde Noroeste al Nornordeste, en tales términos, que parecia „ un formidable incendio al horizonte, de suerte que muchos maravilla- „ dos, juzgaban haberse incendiado los montes inmediatos á esta Cabe- „ cera; pero otros mas reflexîvos advirtieron que no se percibia humo, „ signo natural del fuego, sino antes bien una claridad diafana, que no „ privaba la vista de las estrellas, y tan clara, que era bastante su luz „ para descubrir desde las alturas de este Lugar los cerros de Santa „ Agueda, que distan de este Pueblo quatro leguas. Duró esta ilumina- „ cion hasta los tres quartos para las diez, ya mas, ya menos encendi-

(*) Esta Carta es anónima, y se presume ser del Cura asi por la letra, como por el razonamiento de ella.

» da, á ratos cargando el golpe de la luz al Leste, y ya retrocediendo
» para el Oeste. = Este extraño fenómeno (que tal se ha juzgado en
» este Lugar) consternó la mayor parte del Vecindario, por juzgar cada
» uno segun su talento; pero otros mas instruidos lo han tenido por una
» Aurora boreal, como se advierte en la Historia de Gregorio Turonen-
» se testigo de ella en el siglo sexto.

25. D. Francisco Gutierrez Administrador de Correos del Real de Charcas, por Carta del mismo dia 14 de Noviembre dice lo siguiente: » La noche de este dia, como á las siete, se observó ácia la parte del » Norte una inflamacion ó iluminacion celeste, la que se propagó bre- » vemente por casi todo aquel horizonte. Su aspecto era rubicundo y » fogoso, formando algunas ráfagas blanquizcas, percibiendose entre » ellas un humo bastante denso y opaco. Su duracion fué como de tres » horas. = Esta especie de fenómeno, observado la misma noche en va- » rios Lugares de la comarca, aunque no carece de exemplar reciente » en el año pasado (segun testifican los habitantes mas internos al Nor- » te) causó mucha consternacion &c... Algunos observaron, que aquel » material inflamado formaba én partes, como ácia su nacimiento, cier- » tos pendientes, al modo de las nubes quando se cuelgan y hacen ga- » jos perpendiculares para soltar la agua.

26. En Carta de 20 del propio Noviembre, dice D. Bernabé de Cancela y Jerpe Administrador de Correos de la Ciudad de Zacatecas, que » el dia 14 á las 7 y 40 m. de la noche se divisó por el Norueste un me- » teoro luminoso, dirigiendose por el Norte al Nordeste, mucho mas res- » plandeciente que el fuego material... Tenia este gran volumen una co- » lumna piramidal (otros dicen que dos; pero yo sola una he visto) » que ocupaba desde la superficie á la base su centro de color diafano » cristalino, que se distinguia bien ser de otra materia diferente que el » todo de este brillante cuerpo, ondeado al principio de diferentes as- » pectos rojos, ya mas opacos, ya mas encendidos y rutilantes, ... el que » vino á dimidiar así á nuestra vista, aunque por otros rumbos se mira- » ba de un color leonado, y lleno de confusas columnas diagonales, y » no perpendiculares como la insinuada... Los interesados en las Minas » que se juzgaban abrasadas, mandaron á reconocerlas hasta el Puerto » de San Francisco, donde vieron á bastante distancia este meteoro ig- » neo... Dicho fenómeno comenzó á disminuirse á las nueve y media de » la misma noche; y á las diez y media de ella ya se percibia poco de su » brillantez, mucho mas rubicunda: cuyo aspecto al principio causó » susto, y puso en movimiento á esta Ciudad; pues aunque se han visto » otros meteoros de esta naturaleza, ninguno de esta magnitud y aspec- » to funesto.. Hasta ahora se sabe haberse percibido de 50 leguas de » esta Ciudad al Sur; y como quiera que desde ella se concebia otras » tantas al Nordeste por donde finalizó, es probable &c.

27. Estas son las noticias que se han conseguido de los Lugares mas distantes de México ácia el Norte: menos se han tenido de los que estan situados á la parte del Sur; pero bastan dos Cartas escritas por D. Jo-

seph Contreras Ibañez vecino de Oaxaca, para venir en conocimiento de lo mucho que se extendió la aparicion de este fenómeno. En la de 23 de Noviembre dice: » La noche del dia 14, al lado del Norte, al parecer » detrás dél cerro de San Felipe, uno de los mas encumbrados que cer- » ca esta Ciudad, poco despues de la oracion se divisó un reflexo, co- » mo si hubiera un voraz incendio, y que este se fuese propagando se- » gun su duracion, pues hay quien le observara hasta las diez de ella.» Y en la que embió en el siguiente correo añade, que se alcanzó á vér el reflexo en varios Pueblos del Valle grande, y en Cuilapam, Zaachila, Zimatlan y otros. De todas estas observaciones resultan las reflexiones siguientes.

1a. Que toda Aurora boreal es en su origen y en las partes inmediatas al lugar donde se forma, de la clase de las *grandes* y *completas*; y que conforme las distancias ácia el Medio dia, desde donde se observa, se manifiesta mas ó menos grande, como aconteció en Charcas y Zacatecas respecto de San Miguel el Grande, en que no se hace mencion de haber aparecido con columnas ni rayos, como en aquellos dos Lugares: por consiguiente, que una misma Aurora es en unos Lugares *completa*, en otros *grande*, y en otros *pacífica*.

2a. Que las circunstancias locales hacen que en unas partes se vea mas encendida que en otras que estan mas septentrionales, como sucedió en la Villa de nuestra Señora de Guadalupe, y Pueblo de San Juan Teotihuacan, respecto de México.

3a. Que habiendose observado en esta N. E. donde no habia memoria de otra, en todos estos Lugares una misma noche, se desvanece enteramente la duda de Mussembroek sobre si serán diversas las que aparecen en varias partes á un mismo tiempo, por ser en ellas freqüente su aparicion: y por consiguiente la altura que han calculado los Geómetras es de un mismo limbo, y la verdadera, superior á la Atmosfera terrestre, segun la elevacion que admite de ésta el propio Mussembroek.

§. IV.

De la materia y formacion de la Aurora boreal.

28. ES principio asentado entre Filósofos modernos, que para indagar las obras de la Naturaleza no se hayan de fundar en fingidas hypotheses, ó ligeras congeturas, sino en demostraciones claras, deducidas por cálculos matemáticos, ó experimentos ciertos, para no incurrir en grandes errores: asi se explica el célebre Samuel Clarke Intérprete de la Optica de Newton, al principio de su obra (a), y el mismo

(a) *In rerum naturae investigatione, non fictis hypothesibus, non levibus conjecturis, sed vel calculo mathematico, vel claris, certisque experimentis omnino innitendum esse ei, qui maximis erroribus implicari, & in summa rerum naturalium ignoratione versari nolit; convenit jam fere inter eruditos omnes, peritioresque Philosophos.* In Praefatione Optices Isaaci Newtoni.

Newton en ella (b). De manera, que todas aquellas opiniones que no tienen otra prueba ni matemática, ni fisica, que la debil congetura de sus Autores, se deben desterrar de toda buena Filosofia; mayormente quando las razones en que se fundan tienen entre sí cierta repugnancia, que no se pueden facilmente combinar: de la qual no se exceptúa el systema de Mairan, pues aunque lo funda en la Luz zodiacal, y comprueba su existencia con la cierta experiencia de su freqüente aparicion, reduciendo al cálculo sus efectos; es necesario que haga subir muchas veces la Atmosfera terrestre á la excesiva altura de 300 leguas, para poder explicar la formacion de la Aurora boreal que aparece á igual ó poca menos elevacion sobre la Tierra. Una explicacion que se hace por discursos, se queda solamente en la Idea, sin que convenza al entendimiento la razon que no se apoya en exemplares, principalmente de aquellos que no dexan lugar á la duda.

29. De la clase de estos discursos son todas las explicaciones que hasta ahora tenemos de la causa fisica de la Aurora boreal: todas se fundan en supuestos, que para concordarlos con las observaciones, necesitan sus Autores de valerse de otros mas complicados, que no pueden ajustarse á todos los fenómenos que se vén en ella, sin incurrir en muchas contradicciones. Si se hallara una opinion sencilla, que pudiera comprobarse con experimentos ciertos, y con demostraciones fisicas y naturales, debriamos estar á ella; porque si en todas las obras del Arte se busca lo mas sencillo, y lo menos complicado, en virtud de aquel axîoma de que *frustra fit per plura, quod fieri potest per pauciora*; mucho mas en las obras de la Naturaleza. La opinion que voy á proponer, si no me engafio, parece ser la mas natural, la mas sencilla, y la que mejor se demuestra, asi por el cálculo, como por los experimentos: la qual se reduce á las tres proposiciones siguientes.

1a. *La Aurora boreal tiene su asiento superior á la Atmosfera de la Tierra.*

2a. *La materia de que se forma es el* Ether.

3a. *La variedad de colores con que se presenta, y la mas ó menos actividad de su luz depende de nuestra Atmosfera.*

30. Para poder probar la primera proposicion, es necesario indagar primero la verdadera altura de la Atmosfera de la Tierra. Entre los métodos que para ello han hallado los Físicos y Astrónomos, asi antiguos, como modernos, solos dos han sido los que mejor demuestran esta altura: el primero se funda en la duracion de los crepúsculos matutino y vespertino, ó en el principio y fin de ellos. Pero este está expuesto á varios y grandes errores, por depender su cálculo de una operacion puramente óptica, que varía segun las circunstancias de los Lugares donde se observan, de los tiempos en que se observan; y de los mayores ó menores obstáculos que presenta la misma Atmosfera, de que se forma un medio mas ó menos refringente, que acelera ó retarda la comunicacion

(b) Optic. pag. 151, 165, & alibi.

de la luz á la Tierra, y aumenta ó disminuye su materia refracta. Efectivamente, en unos Lugares comienza el crepúsculo matutino, ó acaba el vespertino, quando el Sol tiene 18 grados de depresion baxo del horizonte: en otros, y entre ellos México, quando su depresion es solamente de 12 á 13 grados; y no en todos tiempos, segun tengo observado: en otros, es mayor el crepúsculo matutino que el vespertino: en Texmelucan, por exemplo, el matutino es casi de doble duracion que el vespertino. Es finalmente constante por exâctas y repetidas observaciones hechas por los mejores Astrónomos, que la refraccion horizontal varía segun las diversas latitudes de los Lugares; y el Sol aparece mas ó menos elevado de todo su diámetro, en distintos Lugares y tiempos: de manera, que la refraccion aumenta la altura de los Astros y otros fenómenos que aparecen en el Cielo, mas ó menos, segun fuere mayor ó menor la densidad de la Atmosfera. De que se sigue, que la altura de ésta, calculada por los crepúsculos, es sola la aparente, y no la verdadera: que puede diferenciarse la una de la otra, de la tercera parte, y tal vez de la mitad de su altura real. Por estas razones han abandonado los modernos este método, y se sirven constantemente del segundo, que es el mas cierto, como que está fundado en cálculos matemáticos, y experimentos comprobados con ellos mismos.

31. Este se reduce á observar la altura que tiene el mercurio del Barómetro en dos lugares de distinta elevacion, como en lo alto de una montaña, y al pie de ella; del qual se sirvió Mariotte, Halley, y otros, y facilitó Bouguer, reduciéndolo á una regla fundada en las Ordenadas de una curva logarithmica, para hallar las grandes alturas que observó repetidas veces del Volcan de Pichincha en Quito, y de otras altísimas montañas del Perú; comprobando sus observaciones con las medidas que hizo de ellas por operaciones geométricas y trigonométricas. Esta regla (aunque por entonces no muy exâcta, no obstante las correcciones que él mismo añadió) dió luz á otros Físicos, (c) para que á fuerza de continuos experimentos, la reduxeran á la mayor exâctitud posible. M. de Luc en su Tratado del Barómetro y Termómetro (despues de haberla exâminado, y comparado con su método, asi por repetidas observaciones y exâctísimas medidas executadas por sí en la montaña de *Saléve* cerca de Ginebra, como por las operaciones hechas en la Cordillera del Perú por el mismo Bouguer) trae una correccion, por medio de la qual la reduxo á mayor exâctitud y facilidad (d). Halló que en la diversa densidad del ayre de la Atmosfera, á diferentes alturas, influía tambien el mayor ó menor calor del mismo ayre; y con respecto á él estableció la regla, con dependencia del Termómetro, fixando por término de comparacion el grado 16 y 3 quartos en el de Reaumur: de suerte, que estando en él el azogue, no necesita de correccion alguna la regla de Bouguer; pero por

(c) Traite d' Optiq. sur la gradat. de la lumiere, publie par M. de la Caille, pag. 320, & suivant.

(d) Recherches sur les modifications de l' Atmosphere tom. 3. part. 4. chap. 3.

cada uno de los grados que exceden de este término, ó faltan para llegar á él, es necesaria la correccion en la forma que se dirá adelante. Usando de ella repetidas ocasiones, asi en Ginebra, como en Turin y otros Lugares, calculó las alturas de sus torres y montañas, las quales comprobó con medidas geométricas: y por ellas halló, que la elevacion de la montaña de Saléve era de 2936 pies, correspondiente á la que habia observado por el Barómetro: y en la torre de la Iglesia Catedral de Ginebra no llegó á 5 pulgadas la diferencia de la altura deducida por él, de la que resultaba de las operaciones geométricas. Por esta misma regla halló, que estando el Termómetro en 16 y 3 quartos grados, no tiene mayor altura la Atmosfera de la Tierra que 26094 pies, que hacen 4349 toesas (medida de París) las quales no llegan á dos leguas de las comunes de á 25 en grado.

32. La dependencia del Barómetro con el Termómetro, que ignoraron los demas Físicos que se sirvieron de solo el Barómetro, es causa de las diferencias que se encuentran en las alturas de una misma torre ó montaña deducidas por varios; y que no convengan con las que resultan por las medidas geométricas: y por consiguiente la variedad de opiniones sobre la altura de la Atmosfera. Porque un grado mas de calor de los 16 y 3 quartos, dilata el ayre una ducentésima decima quinta parte; y de esta misma cantidad se comprime por un grado de descenso de los 16 y 3 quartos del Termómetro de Reaumur; variando la densidad, y por consiguiente la altura de la Atmosfera: de suerte, que suponiendo la elevacion del azogue en el Barómetro de sola una linea, y hallandose el Termómetro en 5 grados, será la altura de la Atmosfera 25882 pies; y estando el Termómetro en 25 grados, será esta altura 27096. (*)

(*) Supuesta la perfecta construccion de un Barómetro, que consiste en que el tubo ó cañon sea de cristal, bien limpio, grueso, de igual calibre en toda su concavidad, y el diámetro interior de 2 á 3 lineas á lo menos: que el azogue esté perfectamente purificado, y lo interior del tubo bien privado de ayre: que el Barómetro sea de los sencillos, ó de los curvos de vasos cilíndricos, de la mayor capacidad posible: que la lámina esté bien dividida, y colocada en su legítima situacion, á contar desde la superficie del mercurio contenido en el vaso; con otras precauciones que se pueden vér en el citado Tratado de M. de Luc. Supuesta, pues, la bondad de este instrumento, la regla de Bouguer corregida conforme al mayor ó menor calor del ayre, se reduce á la operacion siguiente. Para saber la altura de una montaña, se observa primero la elevacion del mercurio al pie de ella; y pasando el Barómetro con el cuidado correspondiente al lugar mas elevado de la misma montaña, se observará en él el descenso que señalare: reduzcase una y otra altura á lineas; y tomando los logaritmos que les corresponden con cinco numeros solamente, á mas de la característica, para que el último dé las partes decimales de una toesa; se restará el menor del mayor, y la diferencia de los logaritmos (estando el Termómetro tambien de azogue, de la construccion de Reaumur en 16 y 3 quartos grados sobre la congelacion, en ambos lugares) será el numero de toesas francesas, y décimas de toesa que tiene de elevacion la montaña. Pero si el Termómetro estuviere 1, 2 &c. grados mas alto ó

De que se deduce, que no siempre la Atmosfera tiene una misma elevacion; dilatándose ó comprimiéndose segun el mayor ó menor calor del ayre. Pero esta dilatacion ó compresion es muy corta respecto de la excesiva altura á que han querido elevarla; y toda ella no compone media legua en las circunstancias menos favorables; ni los 27096 pies, que es la mayor altura que dá el Termómetro en los 25 grados sobre la congelacion, hacen dos leguas de las comunes.

33. Consiste tambien la variedad de opiniones que hay sobre esta altura en la diversa disposicion actual de la Atmosfera al tiempo de hacer las observaciones, á que no han atendido los que se han servido del Barómetro para calcularla; porque en un mismo Lugar sube y baxa el azogue á distintas horas del dia: y el ascenso ó descenso es bien considerable en los Lugares que se elevan poco respecto del nivel del mar, donde se cuenta por pulgadas (**) Y como esto dependa de la mayor ó

---

mas baxo que 16 y 3 quartos, se procederá á corregir la altura hallada, añadiendola ó quitándola el producto que resulta de la diferencia que hay entre el término fixo 16 y 3 quartos, y el grado que señala el Termómetro multiplicada por $\frac{1}{215}$, y esa será la altura verdadera.

Sea, por exemplo, la altura que señala el Barómetro al pie de un monte 22 pulgadas, ó 264 lineas (estando el Termómetro en 14 grados sobre la congelacion) y la que señala en lo alto del monte 21 pulg. $2\frac{1}{2}$ lin. ó $254\frac{1}{2}$ lineas.

Logaritmo de la primera altura, 264 lineas.	2.4216, 0.
Logaritmo de la segunda $254\frac{1}{2}$	2.4051, 8.
Diferencia de logar. ó altura del monte en toesas y décimas de toes.	164, 2.

Esta diferencia se reducirá á pies y décimas de pie, multiplicándola por 6, y será 985 pies, y 2 décimas; la qual sería la verdadera altura del monte, si el Termómetro hubiera estado en ambas estaciones en el grado 16 y 3 quartos sobre 0; pero por estar en 14 grados, la diferencia 2 y 3 quartos que tiene de descenso respecto del término fixo, se multiplicará por $\frac{1}{215}$, y el producto $\frac{11}{860}$ multiplicado por el número de pies hallado, dará el quebrado $\frac{10837,2}{860}$, ó 12 pies y 6 décimas, que se deben rebajar de la antecedente, y quedarán 972 pies, y $\frac{6}{10}$ ó 162 toesas y 6 décimas de pie por verdadera altura del monte. Por esta misma operacion se sabrá la diferencia de altura que tienen dos Lugares entre sí, y con respecto al nivel del mar; é igualmente la elevacion de toda la Atmosfera, pues suponiendo que en la parte superior de ella se mantenga el azogue del Barómetro en sola una linea de altura, y en la superficie de la tierra, al nivel del mar, en 29 pulgadas, ó 348 lineas; la diferencia de 347 lineas dará por altura de la Atmosfera 25403 pies, que componen 4233 toesas y 5 pies. De otros métodos usa M. de Luc, que son mas complicados, por lo que preferimos éste, que es de M. de la Lande.

(**) En los Paises situados dentro de la Zona tórrida es mucho menor la diferencia de altura que tiene el azogue á diversas horas del dia. En Quito es in-

menor elasticidad y peso del ayre; resulta, que si al pie de un monte se toma la altura del Barómetro á tiempo que por la constitucion de la Atmosfera há baxado una pulgada, por exemplo, y entretanto que se sube á la sima varía la densidad del ayre por un sentido contrario, no se observará aquel descenso que correspondia si se hubiera mantenido en el estado en que se hallaba quando se tomó la primera altura: y por consiguiente será erronea la que se deduce de estas dos observaciones, y el error se multiplicará al sacar por ellas la elevacion de la Atmosfera. Para evitar en parte estos inconvenientes, es necesario valerse de la altura media del mercurio que se hubiere notado en aquel Lugar, y de la media que resultare por repetidas observaciones hechas en la sima ó parte superior del monte: ó como quiere Bouguer, tomar la diferencia en dos lugares los mas elevados que se pueda respecto al nivel del mar. Pero aunque no se atienden estos inconvenientes, nunca ascenderá el error á media legua en toda la altura de la Atmosfera; y será siempre el menor medio de hallarla, por el Barómetro y Termómetro en los términos propuestos por M. de Luc.

34. Poca mayor altura de la que se há asentado antes deduce Mussembroek, (e) comparando el peso específico del ayre con el de la agua, en razon de 1, á 870, sin atender á correccion alguna, sino suponiendo que fuera toda la Atmosfera de igual densidad y pesadez; que en toda su extension reynara un mismo grado de frio; y que no fuera mas compresible que la agua; porque en este supuesto, como todo su peso es igual á 33 pies de agua, segun se há observado por repetidas experiencias, resulta que un pie de agua estará en equilibrio con 870 pies de ayre: y multiplicando este numero por 33, producirá la altura de la Atmos-

---

sensible, pues no llega á 2 lineas, y la altura media del Barómetro sobre el volcan de Pichincha es de 15 pulgadas y 11 lineas. La variacion que tiene en México es $4\frac{7}{8}$ lin., como la tengo experimentada en muchos años consecutivos, por quotidianas observaciones, en tres tiempos del dia; siendo su mayor ascenso á las 7 horas de la mañana, y permanece en él, ó aumenta poco mas hasta las 11, en que comienza á decrecer hasta las 3 de la tarde, en que llega á su mayor descenso: y en este estado se mantiene hasta las 7 de la noche, en que vuelve otra vez á subir, llegando á toda su altura á las 10 de la misma noche. El mayor ascenso que regularmente hé observado es de 21 pulgadas 11 y 3 quartas lineas del pie Real de París, á excepcion del dia 23 de Marzo de 1787, á las 10 y quarto de la noche, que llegó á subir á 22 pulgadas y 1 octavo de linea: altura que jamas habia observado, habiendo soplado antes un gran viento turbulento la mayor parte del dia, y á principio de la noche un fuertísimo Nordeste: el siguiente dia 24 permaneció hasta mas de las 9 de la mañana en solas las 22 pulg. El mayor descenso observado fué de 21 pulg. 7 y quarta lineas el dia 20 de Enero de aquel propio año, como dixe en la Gazeta de México de 13 del siguiente mes de Febrero, donde puse la altura media que entonces resultaba; siendo ahora 21 pulg. 9 y $\frac{11}{16}$ lineas. (e) Cours. de Physiq. experim. tom. 3. pag. 202. núm. 2185.

fera de 28710 pies, que componen 4785 toesas, ó dos leguas comunes de Francia, y 219 toesas. (*) Luego debiendo atender á las correcciones necesarias, por la varia densidad del ayre en diferentes alturas; por la desigualdad del frio que reyna en ellas; y por la distinta elasticidad y peso del mismo ayre, á proporcion de lo que se eleva respecto de la superficie de la tierra; vendria á coincidir este cálculo con el de M. de Luc, ó sería poca su diferencia. Pero aun quando fuera esta por exceso, y llegara á otra tanta altura como la que se deduce por el cálculo de Luc, estando el Termómetro en 5 grados, esto es, á 51764 pies, esta cantidad no produciria mas que tres leguas y cerca de tres quartos.

35. El mismo Mussembroek, despues de referir la opinion del Dr. Halley, que dá por altura á la Atmosfera 25 millas inglesas, que componen 9 leguas y 203 toesas, aunque no duda que pueda extenderse mas allá de este término; refuta la de otros Físicos que la suponen de 500 millas. (f) Horrebow en sus Elementos de Física la eleva á 7 millas de Alemania, ó poco mas de 10 leguas comunes de Francia; y Ed[illegible] una milla, ó 3270 toesas: de cuyas opiniones resulta por una altura media de la Atmosfera 10806 toesas y 2 pies, que hacen 4 leguas y 1674 toesas. Demasiada altura; porque si exâminamos todos los fenómenos que se observan en ella, hallaremos que la linea en que comienza la congelacion de la nieve, es de solas 2400 toesas sobre el nivel del mar, como lo experimentó M. Bouguer en todas las altas montañas del Perú: que los Halones, los Parhelios, y otros meteoros, no tienen mas elevacion que una legua, ó legua y media: que las nubes no ascienden á mayor altura; y finalmente que no se sabe hasta ahora de otro fenómeno que diste mas de 4 leguas de la Tierra. Por lo qual, siendo como es el cálculo de Luc comprobado con tan repetidas y exâctas operaciones, debemos estar á él, mientras no hubiere otro que demuestre en contrario mayor altura; porque verdaderamente dentro de ese volumen se observan todos los meteoros aëreos, igneos y aqüeos.

36. La definicion que dán los Físicos á la Atmosfera, es otra prueba de su corta elevacion. Dicen ser *una masa fluida, ó globo de ayre que cu-*

(*) El Pie de Leyden, de que parece habla Mussembroek, es de solas 11 pulgadas 7 lineas, y $\frac{183}{1000}$ del Real de París: y asi los 33 pies vienen á reducirse á 32 de la medida de París: y multiplicando por ellos los 870, dan por altura de la Atmosfera 27840 pies, que componen 4640 toesas, ó dos leguas y 74 toesas. Si alguno quisiere reducir todas las medidas de que se habla en esta Disertacion á las nuestras castellanas, será facil, sabiendo la proporcion que tienen éstas con las francesas, que es la siguiente. La vara castellana consta de 30 pulgadas y 11 lineas del Pie Real de París; y segun esta razon, la legua francesa de á 25 en grado, que tiene 2283 toesas, es 113 toesas mayor que nuestra legua comun de á 5000 varas; pero es mucho menor que la legua castellana de las de 17 en grado: por cuya razon, qualquier número de leguas de las que se citan aqui, se reducirán á las de esta ultima especie, siguiendo la proporcion de 25 á 17.

(f) Vease el mismo §. 2185.

bre á toda la tierra, llevando consigo los vapores y exhalaciones de esta: si estos vapores son especificamente mas graves que el mismo ayre, no podran ascender á alguna altura; y si son menos graves, en tanto ascenderán, en quanto lleguen á equilibrarse con aquella cubierta de ayre que tenga igual peso específico. Pero como este ayre quanto mas se eleva sobre la superficie de la Tierra, es mas tenue y ligero; de aqui es que su accion cese de elevar los vapores ó exhálaciones á muy corta distancia de la tierra. De uno y otro tenemes freqüentes exemplares: los vapores que se condensan en nieblas, se quedan en la superficie de la tierra: los menos groseros suben á formarse en nubes, á mas ó menos distancia, segun su peso especifico respecto de la raridad del ayre: pero por tenue que sea una nube, no llega á subir á dos leguas de altura, como se tiene comprobado con innumerables medidas que se han hecho. Mas supongamos que la accion de este ayre vaporífero no cese de llevar consigo las exhalaciones emanadas de la tierra; es necesario que ellas vayan siendo y mas tenues y sutiles, á proporcion de la mayor raridad que vá adquiriendo el ayre en sus mayores distancias; porque como asienta Newton (g), vá perdiendo éste su resistencia en la misma proporcion que se enrarece, hasta no tener alguna. Y siendo esta rarefaccion en razon quadrupla de las distancias de la tierra, en sentir del mismo Newton (h); de suerte que en la altura de 210 millas inglesas, que componen solamente 76 leguas comunes de Francia y 792 toesas, es 1000000000000000000, esto es, un trilion ó tricuento de veces mas raro que en la superficie de la tierra, ¿quanta será su raridad en la excesiva distancia de tantos centenares de leguas, como quieren Mairan y Casini que se extienda la Atmosfera? Será inmensa: y por consiguiente imposible; porque no habiendo en la Naturaleza otra mas rara y mas tenue que aquella materia sutilísima que ocupa los dilatados espacios celestes nombrada *Ether*; y esta, segun el mismo Newton (i) es solamente 700000 veces mas rara que nuestro ayre; se infiere ser imposible la exîstencia de un otro fluido tantos millones de veces mas raro que el Ether.

37. Los que no convienen en dar á la Atmosfera una excesiva altura; pero que suponen por materia de la Aurora boreal las exhalaciones de ella, pretenden rebajar mucha parte de la altura que tiene ésta. Mussembroek piensa (k) no ser una sola, sino muchas las Auroras que se vén en diferentes Lugares en una misma noche, por la freqüencia de apariciones que acontecen en ellos, convencido de que siendo una sola, resulta por los cálculos paralácticos su altura superior á la mayor extension que admite en la Atmosfera; deduciendo él mismo por las observa-

---

(g) *In tenuiore aëre, vis resistens usque diminuitur, donec tandem rarescente ulterius aëre minor ea facta sit quam quae sensu omnino percipi queat.* Newton Opt. pag. 149.

(h) Id. loc. cit. pag. 150.

(i) Loc. cit. quaest. 22. pag. 144. (k) Tom. 3. pag. 387. §. 2502.

ciones de algunos Astrónomos las grandes alturas de 124, 145 y 280 millas de Alemania. Pero á mas de que en el Tratado de Mairan se hallan muchas observaciones y cálculos de Auroras boreales hechos por varios célebres Astrónomos, las quales por sus circunstancias y tiempo de sus apariciones, constan ser unas mismas, sobre que no podian engañarse; no queda duda de haber sido una misma la que apareció en los Lugares que quedan referidos de esta N. E. la noche del dia 14 de Noviembre del año antecedente, hasta cuyo tiempo no se habia sabido de otra con las circunstancias de esta, por no ser en estos Paises freqüente su aparicion: y por consiguiente, segun las grandes distancias en que se observó, resulta, que su altura fué semejante á las que se expresan por los citados Astrónomos, esto es, mucho mayor que la que tiene la Atmosfera, aun admitiendo la mayor elevacion de las que quedan referidas.

38. Si hubieramos conseguido unas noticias circunstanciadas de su altura aparente en los Lugares donde se observó, aunque fuera con la diferencia de 2 ó 3 grados, tendriamos por un cálculo trigonometrico la diferencia de paralaxes, y por consiguiente su altura verdadera; pero ya que no se há podido conseguir esto, y para que se conozca quanto excedió su elevacion á la de la Atmosfera, formaré el cálculo, tomando dos Lugares bastante distantes, y suponiendo, haberse visto en ellos con una gran diferencia de altura aparente, mucho mayor de la que resultaria, si en ambos se hubiera ésta observado. Y porque de los que quedan referidos en el §. anterior no tenemos otro, de que se sepa con mas certeza su verdadera latitud, ó altura de Polo, que la Ciudad de Zacatecas, (1) compararemos la observacion que en ella se hizo, con la de México, cuya latitud tengo bien exâminada por repetidas operaciones hechas con exâctísimos instrumentos, y por los mejores métodos que se han descubierto hasta el dia (*): con advertencia de tener estas dos Ciudades la

---

(1) El Sr. D. Joseph de Rivera Bernardez, Conde de Santiago de la Laguna, en su precioso y erudito Libro titulado: *Descripcion breve de la muy Noble y Leal Ciudad de Zacatecas*, donde dá bastantes muestras de los grandes conocimientos que tuvo de la Geografia y Astronomia, dice sobre la Latitud de esta Ciudad lo siguiente: „ La elevacion de Polo, ó Latitud de esta Ciudad es de 23 „ grados; pues tanto dista del círculo de la Equinoccial, observado con exâctos „ instrumentos, como son Astrolabios y Quadrantes geométricos de tres varas „ de diámetro, graduados con toda prolixidad, y á toda costa, por no haberme „ contentado con uno ni dos, sino es con varios, ni con un dia de observacion, „ por haberlo executado en espacio de doce años en todos los tiempos de Solsticios y Equinoccios, y en otros muchos dias, asi con el Sol, como con la Estrella Polar; no quedandome ninguna duda en el acierto, sin omitir declinacion, refraccion, paralaxe, ni demas requisitos para su puntualidad, &c. „ Refiriendo asimismo la longitud de aquella Ciudad, deducida de las observaciones de eclipses de Luna que hizó, y cálculos que formó, comparando la diferencia de tiempo observada por el célebre D. Carlos de Siguenza y Góngora entre Bolonia y México, y la que tenia deducida entre Bolonia y Zacatecas. *Punto II. pag.* 7 y 8.

(*) Las observaciones astronómicas tienen muchas delicadezas á que atender;

circunstancia favorable de hallarse casi en un mismo Meridiano.

39. Como en México fué su aparicion con las propiedades que convienen á las Auroras pacíficas, siendo una de ellas lo mal terminado de su figura circular, pues aunque se extendia su luz en esta forma por gran parte del Cielo, lo debilitado de ella, en su mayor altura, no podia presentar un limbo bien decidido, sino de un color que se iba degradando, en unas partes mas, y en otras menos, hasta desvanecerse y confundirse enteramente con el resto del Cielo; nunca podria tomarse con bastante precision su mayor altura angular: por lo qual supondremos por altura aparente la del vértice del arco que formaba su materia mas densa, que era de solos 15 grados; y que en Zacatecas hubiera sido de $25\frac{1}{2}$, tripla diferencia de la que hay de Paralelos entre ésta y aquella Ciudad; y procederemos á executar el cálculo en esta forma.

40. Sea en la *Fig.* 1. el arco MZDB una porcion de Meridiano ter-

---

y no es lo mismo vér, que observar, como piensan algunos: ellas dependen de varias cosas accesorias, que las hacen mas ó menos complicadas. Ni por exâctos que sean los instrumentos de que se usa, dexan de tener que corregir sus divisiones; y aunque el Observador mas advertido forme, para facilitar el uso de ellos, una Tabla de todos sus errores, para descontarlos en los puntos correspondientes, quedan otras dificultades que vencer. En los Planetas no es de las menores la variedad que se encuentra entre los Astrónomos sobre sus verdaderas paralaxes: y no obstante que en las estrellas no tienen lugar éstas, lo tiene la refraccion, la aberracion de la luz, y la nutacion del exe de la Tierra: correcciones precisas, á que se debe atender para observar una verdadera altura meridiana; á mas de otras circunstancias que exîgen algunas observaciones, sin las quales no podrá hallarse la exâctitud que se busca, como saben bien los inteligentes. La cosa mas dificil, y la principal á que se há de atender, asi en las Estrellas, como en los Planetas, es la refraccion: y como esta no es la misma en todas partes, ni en un mismo Lugar, en todos tiempos, por depender ella de la constitucion actual de la Atmosfera, resultan varias diferencias en las observaciones hechas de un mismo Astro en distintos tiempos, aunque estén executadas por un mismo Astrónomo, y con un propio instrumento: de aqui nace el que varíen los Autores sobre los verdaderos diámetros del Sol y de la Luna, y el aumento del de ésta á diversas alturas sobre el horizonte. Todas estas circunstancias, que producen algunos errores inevitables, han ocasionado que en los Paises mas cultos, donde se há trabajado siempre en indagar sus verdaderas Latitudes y Longitudes, se hallen algunas diferencias entre las observadas por unos Astrónomos, y las que resultan de las observaciones de otros. Yo creía en los años pasados, que la mayor Latitud de México era la de 19 gr. 25 m, 58 seg. deducida de repetidas observaciones que tenia hechas con un exâcto Quarto de círculo frances, asi del Sol, como de las Estrellas, por los métodos comunes; pero quedé convencido de lo mucho que influyen todas estas cosas combinadas, quando por un método particular inventado por el Abate Hell, célebre Astrónomo de Viena, en que no se necesita tener cuenta con la refraccion, ni con el error del instrumento, hallé mas de medio minuto de diferencia en las continuas observaciones, que conforme a él, hice de muchas Estrellas, en los años de 1778, 1779, y 1780, por las quales me resultó la verdadera latitud de México 19 gr. 26 min. 31 seg.

restre, y en él M la Ciudad de México, y Z la de Zacatecas distante al Norte 3 gr. 34 m. que es la diferencia de Paralelos de ambas Ciudades, suponiendo la latitud de México de 19 gr. 26 m. y la de Zacatecas de 23 grados justos. Tírense del centro C de la Tierra los radios ó semidiámetros CM, CZ, y será cada uno de 1432½ leguas de á 25 en grado, por tener todo el diámetro 2865, segun la comun opinion. Tírese tambien del mismo punto C la secante CE indefinida; y de los puntos M y Z las tangentes M t, ZT, que representarán el horizonte de México y el de Zacatecas. Hágase el ángulo EZT igual á la altura aparente de la Aurora boreal en Zacatecas, esto es, de 25½ grados; y el ángulo EMt de 15, altura aparente en México; y se tendrán los tres triángulos MCZ, MZE, y CZE, los que resueltos determinarán la altura verdadera DE de esta manera.

41. En el triángulo Isosceles MCZ son conocidos los lados MC, ZC iguales, por ser ambos radios de un mismo círculo, y el ángulo MCZ comprehendido entre ellos de 3 gr. 34 m. por ser su medida el arco MZ, diferencia de Paralelos entre México y Zacatecas: luego se sabrán los ángulos M y Z, cada uno de 88 gr. y 13 m. y la cuerda MZ de 89 leguas y un sexto de las mismas de á 25 en grado; distancia por el ayre entre México y Zacatecas.

42. En el segundo triángulo MZE es conocido el ángulo EMZ, por ser la suma de la altura angular de la Aurora vista en México, y la diferencia entre el ángulo recto CMt hecho por el radio CM, y la tangente Mt, y el ángulo CMZ de 88 gr. 13 m.: esto es, será compuesto del ángulo EMt de 15 gr. y el ángulo tMZ de 1 gr. 47 m.; y asi será el ángulo EMZ de 16 gr. 47 m. Asimismo se conocerá el ángulo obtuso MZE, si se resta de 360 grados la suma de los ángulos EZT de 25 gr. 30 m. altura del fenómeno en Zacatecas, TZC de 90 gr. (por ser recto, como hecho por el radio CZ, y la tangente ZT), y CZM de 88 gr. 13 m.; cuya suma compone 203 gr. 43 m., que rebajados de los 360 grados, quedan 156 gr. 17 m. por valor del ángulo obtuso MZE. Conocidos los dos ángulos EMZ, y MZE, será tambien conocido el ángulo M EZ de 6 gr. 56 m. Ya, pues, en el triángulo MZE, por ser conocidos los tres ángulos, y el lado MZ hallado por el número antecedente, de 89 leguas y un sexto, se hallará el lado ME de 297 leguas, distancia de México á la Aurora; y el lado ZE de 213 leguas y 1 tercio, distancia de Zacatecas á la misma Aurora.

43. En el tercer triángulo EZC tenemos ya conocidos el lado EZ, que acabamos de hallar de 213 leguas y un tercio; el lado ZC, semidiametro de la Tierra de 1432½ leguas; y el ángulo EZC comprehendido entre ellos de 115½ grados, por ser la suma del ángulo EZT 25½ gr. de la altura aparente de la Aurora boreal en Zacatecas, y del ángulo recto TZC: por lo qual será tambien conocido el angulo ZEC opuesto al lado mayor CZ de 57 gr. 18m., y el ángulo ZCE de 7 gr. 10 m. opuesto al lado menor: y resolviendo todo el triángulo, se sabrá el lado C E de 1537 leguas: de las quales, si se quitan 1432½ del semidiámetro CD de

la Tierra, quedarán 104½, que es la altura verdadera DÊ de la Aurora boreal del dia 14 de Noviembre.

44. Supusimos la altura aparente en Zacatecas, triplicando los grados de diferencia entre su Paralelo y el de México, procediendo con exceso (pues no se verifica tanta diferencia en las alturas que trae Mairan observadas en distintos Lugares) para hacer vér la grande elevacion que tiene este fenómeno, respecto de la superficie de la Tierra, aun formando el cálculo en los términos menos favorables; porque quanta menor altura aparente hubiere tenido en Zacatecas, tanta mayor resultará su altura verdadera, aunque se rebajen tambien dos ó tres grados de la observada en México. Pues suponiendo la altura angular en Zacatecas de 20 grados, y en México de 12; resueltos los triángulos en la forma que se há executado, resultarán 115½ leguas por verdadera altura, como se puede vér procediendo á formar el cálculo de nuevo.

Se podria determinar con mayor certeza esta altura verdadera, si se supiera la aparente observada en Charcas y en Oaxaca, y si tuviéramos bien conocidas las latitudes de estos dos Lugares; porque comparando ambas alturas aparentes en una base tan prolongada como la que resulta de la distancia que hay de Charcas hasta los Pueblos mas meridionales del Obispado de Oaxaca, que se refieren en la Carta citada en el núm. 27. sería mucho mayor la altura verdadera. Pero sea la que fuere de estas, no queda duda ser superior á la que tiene la Atmosfera de la Tierra, deducida asi por el Barómetro, como por los crepúsculos, que está admitida hasta los límites de 16 ó 20 leguas; y ser errado el juicio de Mussembroek, suponiendo diferentes las Auroras boreales que aparecen en distintos Lugares.

46. No es menor prueba que la que acabamos de vér por el cálculo, la que resulta por los experimentos. Qualquiera mutacion que haya en nuestra Atmosfera, la siente inmediatamente y la manifiesta luego el Barómetro: las partículas minutisimas de humedad: el viento, materia sin comparacion menos sensible á la vista que la Luz boreal: las exhalaciones sutiles que forman las tempestades, relámpagos y rayos; y otros meteoros de esta naturaleza, aun antes de su formacion, y quando está el Cielo limpio, los siente la Atmosfera, y se manifiestan por el Barómetro (*); pero la Aurora boreal no hizo impresion alguna en ella, y se

(*) Las mutaciones del tiempo se demuestran por el Barómetro en esta Ciudad de México con mucha anticipacion: si estando éste señalando un tiempo sereno, y Cielo limpio (que es siempre que sube de 10 lineas para arriba sobre 21 pulgadas) y baxa media linea, ó tres quartos, se experimentan nubes ó vientos indistintamente de alguno de los tres rumbos Norte, Oriente ó Poniente, con sus quartas. Si baxa de 9 lineas, denota grande humedad; la que no se verifica al siguiente dia, como en otras partes, sino al tercero ó quarto, y mas regularmente al quinto; á excepcion de quando llega á su mayor descenso; porque entonces demuestra haber de soplar el Sur, lo que se observa al siguiente dia. Suele mantenerse descendiendo, ya mas, ya menos, hasta 15 dias: y en todo este tiempo no

mantuvo el instrumento muchos dias antes y despues en el estado de un tiempo regular; sin que se notara el mas ligero movimiento en el mercurio, permaneciendo al principio de la noche en la misma altura que tenia á las 3 de la tarde: luego debemos confesar, que la formacion de este fenómeno no depende de nuestra Atmosfera, y tiene su asiento superior á ella.

Proposicion II. *La materia de que se forma la Aurora boreal es el* Ether.

47. Despues que el Gran Newton, con repetidas observaciones y demostraciones matemáticas destruyó el systema de Descartes, ya no queda duda sobre la exîstencia del *Vacio* en los inmensos espacios que hay desde nuestra Atmosfera hasta las Estrellas fixas; y que los cuerpos celestes se mueven en virtud de las leyes de su gravedad y atraccion mutua que les imprimió el Criador al tiempo de su creacion, sin que encuentren obstáculo que les retarde ó destruya su movimiento; porque si éste se hiciera por un medio resistente, irian perdiendo parte de su fuerza y velocidad, y se observarian muchas irregularidades en él, contra lo que se tiene experimentado en tantos miles de años, en que han mantenido una uniformidad constante. Es, pues, la causa de su constancia inmutable el vacio por donde se mueven; pero este vacio no es un *Vaco* perfecto; lo ocupa una substancia tenuísima, á que llaman *Ether*, el qual no exîste solamente en los espacios sublimes; se halla tambien mezclado con nuestro ayre: la diferencia consiste en que en los espacios celestes este Ether es purísimo, y no se confunde con otra substancia, como en los cuerpos que ocupa nuestra Atmosfera; porque en estos, para dexarlo libre, es menester extraer primero el ayre grosero de ellos. Desde que se descubrió el utilísimo invento de la Máquina pneumática, se hizo mas perceptible esta substancia etherea; pues despues de extrahido el ayre que estaba en el Recipiente, queda un fluido transparente, por el qual desciende con igual velocidad, y á un mismo tiempo, una ligera pluma, que una gruesa bala de plomo: lo que es constante por muchos experimentos que han hecho los Físicos modernos.

48. Supuesto este principio, pasemos ya á vér qué cosa sea, ó de qué conste este Ether, ó materia sutilísima. El célebre Newton expresamente lo declara, hablando de la proporcion que tiene la quantidad de la materia de los cuerpos, con la resistencia del medio por donde se mueven; de que excluye los cuerpos celestes, como que no se mueven por un

---

se experimenta novedad alguna en la Atmosfera, hasta que volviendo á subir, comienzan los vientos, las lluvias ó tempestades, que duran otro tanto tiempo, mas ó menos fuertes, segun que respectivamente les corresponden los quintiduos de su mayor ó menor descenso; como lo tengo observado en mas de 20 años. Sin este instrumento lo observó antes nuestro D. Carlos de Siguenza y Góngora en los efectos de las Lunaciones, experimentados mas en los aspectos Trinos, que en otros, esto es, el quinto dia antes, y despues de los Plenilunios, como se puede vér en su *Libra Astronómica y Filosófica*, pag. 169.

fluido corporeo, sino por *unos vapores tenuísimos y rayos de luz* que ocupan los espacios celestes (m). Pero en otra parte dice, que estos espacios celestes estan ocupados del Ether (n): luego el Ether no es otra cosa que unos vapores sutilísimos, y la Luz. Se prueba evidentemente ser la Luz la materia del Ether, por la definicion que la da Hanovio fundada en la doctrina del mismo Newton, diciendo, ser la causa de ella *una gran copia de vibraciones del Ether* (o). De suerte que mientras el Ether está en quietud, no se manifiesta la Luz; pero luego que por alguna causa se mueve, se forman las vibraciones que la hacen visible. Igualmente define Hanovio el Ether por la Luz, diciendo, ser *materia lucis, vel lucens* (p); y Mussembroek lo llama, *la materia del fuego*, ó mas bien *la Luz* (q). Es, pues, esta materia etherea el origen de la Aurora boreal: los experimentos mecánicos darán á conocer mas facilmente la causa y manera de su formacion.

4o. Si se extrahe exâctísimamente, por medio de la Máquina pneumática, el ayre de qualquiera botella de cristal sea de la figura que fuere, con tal que esté perfectamente limpia, y libre de toda humedad y se tapa hermeticamente, quedará en ella sola la materia sutil, ó etherea; la qual se manifiesta en un lugar obscuro, despues de separada la botella de la Máquina; porque si se pasa por lo exterior de ella la mano, ó un lienzo, papel, ú otra materia, se observará dentro una luz clarísima, capaz de distinguir y leer con ella las letras que se le acercan, ó las que contiene dentro, si antes se le há introducido algun papel escrito. Hanovio hizo la experiencia con un cañon de vidrio de poco mas de un pie de longitud. Ni es necesario para excitar la luz, tocar inmediatamente la botella ó cañon; basta comprimir el ayre que la circunda, pasando con brevedad la mano cerca de su superficie, ó tocando ligeramente sus extremos con los dedos de ambas manos.

5o. Semejante luz se experimenta en el Barómetro bien privado de ayre (*), si el tubo ó cañon es de un vidrio diáfano y terso, sin hume-

---

(m) *Spatia cœlestia per quæ globi Planetarum & Cometarum in omnes partes liberrimè, & sine omni motus diminutione sensibili perpetuo moventur, fluido omni corporeo destituuntur, si forte vapores longe tenuissimos & trajectos lucis radios excipias.* Philosoph. natur. princip. math. Lib. 2. sect. 7. prop. 40 in fine.

(n) Optic. lib. 3. quæst. 22 pag. 144.

(o) *Lux non est nisi* copia ingens vibrationum Ætheris. *Hac enim excitata & in oculos incurrente conspicua fiunt, & actu videntur corpora à quibus oritur aut reperciditur versus oculos.* Hanovius Philosoph. natur. sive Physic. dogmat. tom. 1. §. 456. (p) Loc. cit. §. 457. (q) Cours de Physiq. tom. 1. §. 168.

(*) El método de extraer el ayre, haciendo hervir el mercurio dentro del cañon, á mas de ser arriesgado á que se rompa, es muy erroneo en todas sus partes: lo primero, porque aumentando el fuego el volumen del mercurio, aumenta por consiguiente sus poros, quedando estos obstruidos con mayor porcion de ayre que la que contendrian en el estado de su frialdad. Lo segundo, que en los Barómetros construidos de esta manera sube el mercurio á mucha mayor altura de

dad ni grasa alguna, y el mercurio está bien purificado. En él se vé una luz clarísima en lo interior del tubo y parte superior de él que quedó vacía, al mas ligero movimiento del azogue, con la qual se perciben distintamente las lineas y números de la lámina. Algunos piensan que esta luz es un fluido eléctrico originado de la fricacion que hace la mano en la botella, ó el mercurio en las paredes del cañon que lo contiene, por ser el vidrio por su naturaleza eléctrico; pero se engañan, como advierte el mismo Hanovio, pues un cilindro de vidrio macizo, que por tal contiene mucha mas materia eléctrica que una redoma tambien cilíndrica de igual magnitud, no produce efecto alguno luminoso, por mas que lo refrieguen en la obscuridad: ni el Barómetro que tiene introducida alguna partícula de ayre, dá luz, aunque mas fuertemente se sacuda, como yo lo hé experimentado de propósito: por lo que se debe atribuir este fenómeno al Ether que está encerrado en el vacío de uno y otro vaso (r).

51. Qual sea el agente que pone en movimiento los sutilísimos vapores del Ether, causando las vibraciones que producen la Aurora boreal, es lo que nos resta indagar; pero no tenemos que buscar otro que la Luna. Esta, por su inmediacion á la Tierra, influye en ella sensiblemente: causa los movimientos de las aguas en las crecientes y menguantes de los mares: exâlta las exhalaciones y vapores de la misma Tierra, formando tempestades, lluvias, y otros meteoros que se observan en nuestra

---

la que corresponde al equilibrio que debe guardar segun el actual peso de nuestra Atmosfera. Lo tercero, que dentro de pocos dias, conforme va sintiendo el frio, se vá comprimiendo el ayre que estaba encerrado en el mismo mercurio, y saliendo despues, por el calor, á ocupar la parte superior del tubo que estaba vacía, lo hace baxar mas de lo que es regular; y por esta razon muchos Barómetros no señalan la verdadera altura que deben tener. De todo esto resultan dos inconvenientes: el uno, de que se hace cargo M. de la Lande en el Conocimiento de los movimientos celestes del año de 1765, es la desigualdad que se experimenta en dos ó mas Barómetros, aunque su construccion sea en todos semejante; por lo que es necesario despues de algunos dias, volver á hacer hervir de nuevo el mercurio dentro de los tubos, exponiendolos nuevamente al riesgo de romperse: el otro, que el ayre que se desprende de sus poros y va á ocupar la parte superior, los hace perder en breve tiempo lo luminoso; y por eso en muchos Barómetros no permanece la luz arriba de uno ó dos meses. El mejor método de privarlos de ayre es qualquiera de varios que aconseja Bernoulli en el 1 y 2 tomo de sus obras, en que no teniendo necesidad de hacer hervir el mercurio, se excusa el riesgo de romperse, y no se observan los inconvenientes referidos. Yo me hé servido siempre de uno de ellos con buen efecto, pues los Barómetros que he llenado, ni han variado su altura regular, segun la constitucion de la Atmosfera, ni han perdido su luz en muchos años que han pasado de haberlos llenado con las precauciones que advierte el citado Autor.

(r) *Ne existimes, vitrum affrictu lucem parere, convincere animam poteris adhibendo cylindrum vitreum solidum, qui eo magis lucere affrictus deberet, quo plus vitri continet, si lux vitro deberetur. Sed nil tale es experturus. Non igitur vitro, nec hydrargyro, sed puro Ætheri incluso motus ille tribuendus est quo lucula excitatur.* Loc. cit. §. 454.

Atmosfera, dependientes todos de las varias posiciones de la misma Luna, asi por su movimiento propio, como con respecto al del Sol. Pues ¿porqué no há de poder tener accion en los espacios ethereos mucho mas vecinos á ella, é infinitamente mas raros que las aguas del mar, y vapores de la tierra? A esto se pueden oponer varias dificultades, como que, siendo la Luna la causa motriz que obra en las vibraciones del Ether para representar la Aurora boreal, ¿porque se vé esta solamente á la parte del Norte, y no á las demas partes del Cielo? Y ¿como no produce el mismo efecto en todas las regiones del Mundo que se hallan cubiertas del Ether? El mismo influxo que tuvo ahora en esta América, há tenido siempre: pues ¿como no se há visto, ó al menos no se sabe de otra Aurora boreal que haya aparecido en México, por exemplo? Son grandes estas dificultades; pero tienen facil respuesta.

52. Se observa á la parte del Norte, por estar mas distante del Sol, pues esta aparicion regularmente sucede en las estaciones de Otoño é Invierno, quando el Sol se halla distante de aquellos paralelos septentrionales, y su accion no impide la de la Luna, como la impediria hallandose cercano; y por esta razon no se observan ácia el Oriente y Ocaso: y lo mismo se debe entender en las Regiones australes, donde será observable el fenómeno á la parte del Mediodia, en las estaciones de Verano y Estio, por hallarse entonces el Sol en sus mayores distancias, respecto de aquellos Paralelos. A mas de esto, todo agente obra segun la disposicion que halla en el paso: la accion de la Luna es una misma en todo el Orbe terraqueo; y con todo, en el fluxo y refluxo de los mares se experimenta mucha variedad: en unos Puertos suben mas las aguas que en otros, y en algunos son insensibles las maréas; advirtiendose tambien la propia variedad en quanto al tiempo en que se observan: lo qual depende tambien en mucha parte de las circunstancias locales, como se puede ver en Newton, y en las doctas Disertaciones de Bernoulli, Mac-laurin, y Euler, que se hallan en el tom. 3. de los *Principios filosóficos*, é igualmente en el gran Tratado que sobre el mismo asunto añadió el Señor de la Lande en el tom. 4. de su Astronomia.

53. Pero donde mas se manifiesta la accion de la Luna debilitada en unas partes, y con toda su fuerza en otras, es en la formacion de las tempestades, lluvias y vientos. En unos Lugares son freqüentes las lluvias; en otros son raras: en unos se experimentan en una estacion, y en otros en otra. En muchos Paises nunca llueve ni truena: en el Egypto, por exemplo, y en varios Lugares del Perú, donde tampoco sopla el Norte, como en la Ciudad de Lima, de la qual dice el Señor Conde de la Granja, con su acostumbrada eloqüencia (s):

„ Parece que obedece al gusto el clima
„ Pues tan benigno es, quanto constante;
„ Ni Aquario ofende, ni Aquilon lastima,
„ Ni se oye fulminar al Dios Tonante.

(s) Vida de Santa Rosa Cant. I. Oct. 16.

Qualquiera causa extrangera puede tambien impedir la formacion de la Luz boreal; y efectivamente se há suspendido su aparicion por muchos años en algunas Regiones, donde aparece ahora con freqüencia. En Dinamarca no se conocia hasta el año de 1709, en que se vió una que horrorizó á toda la gente hasta hacer tomar las armas á los Soldados, y batir las caxas, saliendo de sus Cuerpos de guardia, segun refiere el Conde de Plelo, Embajador de Francia en Copenhague, citado por Mairan. Posteriormente han aparecido muchas con freqüencia en aquel Pais. En la misma Francia causó igual horror la que se observó en el Reynado de Luis XI; y hasta el año de 1716 no empezaron á verse otras repetidas. De otros Reynos refiere lo mismo Mairan; y de Alger dice, no haberse observado alli jamas. Todo lo qual prueba la varia disposicion que hay en distintos Lugares y tiempos en quanto á la materia de que se forma este fenómeno, para poder recibir ó nó las impresiones del agente que lo causa, y los obstáculos que pueden interponerse entre él y nuestra vista, para no hacerse perceptible, como ya vamos á demostrar en la diferencia de sus apariciones.

Proposicion III. *La variedad de colores depende de nuestra Atmosfera.*

54. Las relaciones insertas en el §. 3. nos manifiestan haber tenido su principio la aparicion de la Aurora boreal del dia 14 de Noviembre en los Paises mas septentrionales que la Ciudad de Zacatecas, y Real de Charcas; y su fin, en los mas meridionales que la Ciudad de Oaxaca: pues desde estos Lugares se observaba con bastante elevacion sobre la superficie de la Tierra, segun se colige del contesto de las Cartas. En la de Zacatecas se dice, que parecia distar como 50 leguas al Norte, habiendose visto á bastante distancia desde el Puerto de San Francisco: y en las de Oaxaca, que desde Cuilapan, Zaachila, Zimatlan, y otros Pueblos mas retirados (á la parte del Sur) parecia que la Ciudad se incendiaba. De que resulta, que segun la situacion de los primeros y últimos Lugares, se observó esta Luz boreal en una distancia de mas de 200 leguas españolas, que corren del N. O. al S E. desde las partes mas septentrionales de Zacatecas, hasta las mas meridionales de Oaxaca.

55. Si reflexionamos en la diversidad de apariciones, hallaremos que en Zacatecas y Charcas se vió con un color *diáfano, cristalino y brillante*, con columnas y ráfagas; propiedades que convienen á las grandes Auroras boreales. En Papantla se observó sin columnas y rafagas, sino con un color de fuego con bastante claridad á descubrir los cerros de Santa Agueda, distantes de aquel Pueblo 4 leguas. En San Miguel el Grande, solo con un color rojo, sin aquella claridad diáfana con que se manifestó en Papantla. De este mismo color rojo apareció en México, Puebla, y hasta Oaxaca, donde, segun la exp e ion de *un voraz incendio*, parece haber sido alli mas encendido el color que en México. Pero en estos Lugares donde apareció sin columnas y sin ráfagas, fué de la clase de las Auroras pacíficas. Si atendemos al tiempo de su duracion, hubo gran diferencia en ella; porque en Zacatecas y Charcas duró como tres horas, empezando casi á un mismo tiempo. En Papantla solo hora y me-

día: en San Miguel el Grande quatro: en México menos de dos; y en Oaxaca como otras tres.

56. De esta diversidad de colores, y de lo vario de su duracion en unos Lugares respecto de otros, se viene en conocimiento de la distancia del objeto luminoso, y de los diferentes Medios refringentes por donde pasaron sus rayos hasta la vista de los Observadores. Porque por las reglas de Optica se sabe que la Luz es de su naturaleza blanca; pero se presenta de distintos colores, quando sus rayos, al pasar por unos Medios de diferentes densidades, padecen distintas refracciones; y como nuestra Atmosfera conste de partículas heterogeneos, teniendo en unos Lugares mas densidad que en otros; resulta que en unas partes se vió mas tiempo, y con mas actividad su luz que en otras. Para que se forme de esto algun concepto, es necesario advertir, que la Luz, si pasa por un Medio diáfano de una densidad uniforme, va decreciendo su fuerza en progresion geométrica; de suerte que por las observaciones hechas por M. Bouguer (t), un objeto luminoso, visto á una distancia horizontal de 189 toesas, pierde una centésima parte de toda su intensidad: y asi vá decreciendo succesivamente su fuerza en razon duplicada de las distancias. Quando atraviesa un espacio de 1469 toesas, pierde la Luz casi un tercio de su fuerza, ó su diminucion es en razon de 2500 á 1681, como asienta el mismo Bouguer (u): y con respecto á esta proporcion, formó una Tabla de la pérdida que vá teniendo en las diferentes masas de ayre por donde pasa, suponiendo ser todas de igual densidad: lo que no se verifica en nuestra Atmosfera, como advierte él mismo (x), á causa de la diversidad de vapores de que está cargada.

57. La Luz en sí misma consta de siete colores, por este órden, rojo, naranjado, amarillo, verde, azul claro, azul obscuro, y morado ó purpureo, como lo experimentó Newton en la descomposicion que de ella hizo por medio de un prisma de cristal triangular; en lo que han convenido todos los Físicos que le succedieron, repitiendo los mismos experimentos. El color rojo se forma por los rayos menos refrangibles: los que lo son mas, forman el naranjado; y asi se se van succediendo los demas colores, segun se van aumentando los grados de refraccion, hasta llegar al que produce el purpureo. Si la Luz se vé á corta distancia, y por un medio rarísimo, se observa, con poca diferencia, con las mismas vibraciones, blancura, y diafanidad que tiene en su origen, y pierde poco de su intensidad y fuerza; pero al ir pasando por diferentes lugares de la Atmosfera, los vapores mas ó menos gruesos: la son un obstáculo, que absuerve aquellos rayos menos refrangibles, formando diversos medios refringentes, que modifican la luz, y causan los colores respectivamente, segun la mayor ó menor crasitud de las partes que la reciben: donde la Atmosfera está mas llena de vapores, forma un medio mas denso, cuyas partículas crasas embian á nuestra vista el color rojo, mas ó

(t) Traité d' Optiq. sur la gradation de la Lumiere pag. 257.
(u) Loc. cit. pag. 84. (x) Pag. 81.

menos vivo, con respecto á la mayor ó menor crasitud de las mismas partículas que lo forman De estas afecciones de la Luz trata difusamente Gravesande (y), comprobando con curiosos experimentos muchas de sus propiedades.

58. De aqui es, que en México, estando mas septentrional que Oaxaca, y por consiguiente menos distante del origen de la Aurora boreal, no se hubiera observado con tanta viveza, como se dice de aquella Ciudad. Los vapores de la parte de la Atmosfera de México contendrian mas partículas crasas, menos refringentes que los de la parte de Atmosfera de Oaxaca. Si la Atmosfera fuera en todas partes de igual densidad, y constara de partículas de una crasitud uniforme, se hubiera observado en Oaxaca mucho mas debil que en México, por razon de la distancia, como se há dicho (núm. 27. reflex. 1.); pero las partículas heterogeneas, de que se compone, son diferentes en distintos Lugares, y deben influir diferentemente en las refracciones, y reflexîones que causan los [illegible]

59. Es constante que quando la densidad de la Atmosfera es mucha, por contener unos vapores demasiado crasos y groseros, forma un medio opaco, que impide la vision del cuerpo luminoso, y la transmision de sus rayos, perdiendo éstos su fuerza refractiva, á proporcion de la misma densidad; como acontece quando se forma una niebla, que oculta enteramente el cuerpo del Sol (*). Por esta razon en muchas partes intermedias al origen de la formacion de la Luz boreal, y al lugar donde termìnó su vision, no aparecería, ó sería muy debil su aparicion; y en otras se observaria corto tiempo, como refiere el Señor Ulloa en la Carta escrita en 28 de Abril de 1750 á M. de Mairan (z), sobre las Auroras que aparecen en el Emisferio austral, cuya luz, ya roja, y ya blanca, no dexa verse mucho tiempo, á causa de las continuas nieblas espesas á que son propensos aquellos mares: y si se disipan por algun viento, es en un corto intervalo como de 3 ó 4 minutos; que fué el tiempo que pudo observarlas, por volver á cubrirse el Cielo inmediatamente.

60. En la variedad de densidades de diferentes cubiertas ó capas de la Atmosfera, consiste el que se vean el segmento y arcos opacos interpolados con los luminosos, en algunas de las grandes Auroras boreales; pero quando estas capas son de igual densidad, por contener unos mis-

---

(y) Physic element. mathem. tom. 2. lib. 5. per totum.

(*) La intensidad que supone Bouguer en la luz del Sol, respecto de la que nos refleche la Luna en su oposicion, es como 300000 á 95900: desuerte que los rayos del Sol pierden de su intensidad las 204100 partes, ó al menos las 172000. Pag. 221 y 222. Pasando estos mismos rayos por un fluido mas denso, como la agua del mar, tienen igual pérdida, ó su intensidad es igual á la luz de la Luna en su Plenilunio, en sola la corta distancia de 311 pies de profundidad, como resulta de los exáctos y prolixos cáleulos de este Autor en su Tratado de Optica, Lib. 3. secc 2. Probl. 2. pag. 255 y 256. ¿Quanta mayor pérdida sufrirán siempre que la Atmosfera esté cargada de vapores mas densos que la agua del mar?

(z) Traité de l' Auror. bor. pag. 439.

mos vapores ó exhalaciones capazes de impedir la comunicacion de la luz á nuestra vista; ó se oculta enteramente, ó solo se vé en la parte superior una pequeña iluminacion. Nada prueba mas este systema que el efecto que causa un fenómeno raro que se observa al norte de Nrâ. Srâ. de Guadalupe, al que atribuyo la razon de haberse visto en esta Villa muy corta y debilitada la Aurora boreal, habiendo aparecido con bastante actividad en México, Puebla, y otros Lugares hasta los mas meridionales del Obispado de Oaxaca. En el camino que vá para San Christoval, por los cerros que estan á la parte del Norte de aquella Villa hay un lugar que llaman *el Risco*, nombre con que se conoce la hacienda de D. Juan de Verdeja, á quien pertenece: tiene de extension como 150 ó 200 varas; y en toda ella se vén (como yo lo hé observado las veces que hé pasado por allí) unas exhalaciones gruesas, de color verde, que opacan la luz del Sol, haciendo perder su blancura á los objetos iluminados por ella que transitan por aquel lugar, los quales se vén teñidos del mismo color verde. Quanta mayor es la altura del Sol sobre el horizonte, tanto mas vivo es el color de que se vén teñidos los caminantes. Es regular que todos estos cerros despidan las mismas exhalaciones; pero se há observado solo en aquel sitio, por ser el camino que se transita con freqüencia. No podemos saber hasta qué altura subirán estas exhalaciones; pero es consiguiente, que si ellas opacan la luz del Sol en su mayor fuerza; ellas mismas impedirian la vision de la luz de la Aurora boreal, ya debilitada por la distancia que tenia desde su origen hasta la Villa de Guadalupe. De todo lo qual se deduce, que nuestra Atmosfera influye, por su interposicion entre nuestra vista y la luz, en la variedad de colores, y en que se vean mas ó menos las Auroras boreales.

Suplemento.

DEspues de concluida la Disertacion antecedente, que escribí por complacer á un amigo, llegó á mis manos la Gazeta nombrada *de Literatura* de 8 de Marzo, núm. 13. que contiene una Carta, en que con acres y satíricas expresiones censura su Autor el Discurso que sobre la Aurora boreal del dia 14 de Noviembre se insertó, aunque sin mi nombre, en las Gazetas de México de 1 y 22 de Diciembre del año proximè pasado; suponiendo falsa mi observacion, y pretendiendo dar crédito á la suya publicada en la Gazeta de 19 del mismo Noviembre, núm. 6. Para persuadir uno y otro me trata de ignorante en la Geometria, en la Geografia, en la Optica &c. llenando de dicterios y ridículos despropósitos su papel. Y aunque pudiera responderle en el mismo estilo, como lo han hecho otras personas a quienes há provocado; no lo haré, por varias razones, siendo la primera la estimacion y respeto que se debe á su caracter. La segunda, porque habiendose omitido mi nombre en las referidas Gazetas de México, debemos creer que ignoraba quien habia sido autor de aquel Discurso; pues constándole de mas de 20 años á esta parte el freqüente estudio, nada superficial, con que desde muchos años an-

tes me habia yo dedicado á las ciencias matemáticas, en que poseía algunos conocimientos de la moderna Astronomia, que suponen bien sabidas no solo la Geometria y ambas Trigonometrias, sino la Analysis, la Geografia, y Optica, sin las quales no se podian formar los prolixos y laboriosos cálculos de Eclipses del Sol, que asi generales, como particulares hé dado al Público, con bastante aplauso de las personas inteligentes de nuestra América, y de la Europa; no se hubiera atrevido á tratarme de ignorante en estas ciencias, mayormente advirtiendo, como debia advertir, que hace otro tanto tiempo que le conozco, y que ninguno mas que yo sabe su pericia en ellas. Si fuera mi ánimo el descubrir verdades, ya diria lo que hay de una parte y otra; pero se conocerá por los efectos La tercera razon es, que ofreciendo su Carta crítica tanto material en que poderse extender, sería preciso dilatarme mucho, gravandome en mas costos de impresion, y perdiendo inutilmente el tiempo en responder á futilidades que qualquiera podrá conocer solo con hacer un paralelo de mis escritos y los suyos. Por lo qual, despreciando todo lo que no es de substancia en el asunto, responderé solamente á las dos proposiciones substanciales que contiene su Carta; esto es, sobre la falsedad que supone en mi observacion, y sobre el razonamiento y cálculo de la suya.

Extraña en el 2. §. de su citada Carta, que yo dixera, que la materia boreal habia cubierto las estrellas de la Osa menor hasta la Polar; pero la razon de extrañarlo es sin duda por haber visto á ésta, y no tener presentes las propiedades que son comunes á todo fenómeno de su naturaleza; siendo una de ellas su transparencia, pues aun detras de lo mas denso y opaco de su materia se perciben las estrellas de primera, segunda y tercera magnitud, y algunas veces hasta las de sexta, como asienta Mussembroek: y la otra, que conforme se va elevando sobre el horizonte, se va enrareciendo y degradando su luz hasta desvanecerse y confundirse con el resto del Cielo. Por esta causa todas las Auroras boreales, sean las que fueren, aun las que constan de segmentos y arcos opacos, que hacen separar con menos confusion los luminosos, presentan sus limbos superiores tan mal terminados, que no pueden los mas diestros Geómetras tomar con exâctitud sus alturas aparentes, sino con la diferencia de 2 ó 3 grados mas ó menos, como se ha dicho en la Disertacion antecedente. Y esta luz asi debilitada no se conoce facilmente por una persona que sale de otra luz mas fuerte, y trae de ella impresionados los ojos; y menos se conoceria por el Autor de la Gazeta de Literatura, quien, segun dice en la n. 6. se hallaba *perplexo*, discurriendo si serian los Pueblos de San Juanico ó de San Christoval los que se incendiaban y causaban aquella luz. Solo se podia conocer que ella llegaba hasta la estrella Polar, por una persona que sin preocupacion alguna, y con previo conocimiento de lo que era, la hubiera observado atentamente; y esta vería la poca brillantez con que lucia la estrella, ocultando la misma materia, aunque desvanecida, aquellas vibraciones con que se observa en un Cielo limpio, hasta las 8 y 50 m. en que recobró

toda su claridad y cintilacion. Se conoceria tambien que llegaba, y aun pasaba de ella la luz boreal por la operacion que se dirá adelante. Las estrellas *Beta* y *Gamma* de la Osa menor, que se hallaban ácia el horizonte á la parte occidental, estaban tambien patentes á la vista, aunque entre lo mas espeso de la materia que cargaba por aquella parte cerca de la base, sin que porque se vieran se pueda decir que no las cubria la misma materia.

Infiere luego, y muy bien, que, segun mi asercion, se elevó la Aurora mas de 21 grados sobre el horizonte; y pregunta ¿con qué lo probaré? Si yo hablara con personas inteligentes, la prueba sería bien facil, pues cada uno la deduciria *proprio marte* de las mismas expresiones de mi Discurso, solo con saber las ascensiones rectas, y declinaciones que tenian en aquel dia y hora las estrellas orientales y occidentales que cito en él, y por consiguiente sus alturas; para que sabida asi su situacion se supiera la curva circular que describia la Aurora, y su elevacion. Pero como esto no se sabe, lo probaré de bulto por medio del Globo celeste; estando pronto á demostrarlo á la persona que quisiere verlo.

Es constante que la estrella *Beta*, que es de segunda magnitud, se veía mas confusa que *Gamma*, que es de tercera, y la mas occidental de la Osa menor: de que se infiere que aquella estaba cubierta de una materia mas densa que la que cubria á ésta. Es tambien constante, que la estrella del cuello del *Camello pardo* de quarta magnitud, que estaba á la parte oriental, no se percibia, por estar tambien cubierta de lo mas denso de la materia boreal. Si en un Globo celeste (montado segun la Latitud de esta Ciudad, y colocado su Indice en las 8½ de la noche del dia 14 de Noviembre) se hace pasar por estos dos puntos, esto es, por la estrella del Cuello del Camello, y por *Beta* de la Osa menor una porcion de circunferencia, haciendo centro en el horizonte, se elevará el vértice, ó punto superior del arco 15 grados sobre él: luego, por lo menos, la materia mas densa ó espesa tenia 15 grados de elevacion. Si asimismo desde la estrella *Gamma* se describe otra porcion de circunferencia paralela á la antecedente, es cierto que el vértice de esta segunda se elevará sobre nuestro horizonte 7 gr. y 27 min. mas que el vértice del arco que se describió desde *Beta*, por ser esta cantidad la diferencia de ascension recta que hay hasta aquel dia entre Beta y Gamma, hallandose esta otro tanto mas occidental que aquella. Pero la suma de las dos distancias compone 22 grados y 27 minutos: luego la Aurora boreal se elevó mas de 21 grados sobre nuestro horizonte.

Que estas dos estrellas hubieran estado cubiertas con la materia boreal, es igualmente constante, y lo confiesa el Autor de la Gazeta n. 6. pag. 42. diciendo, *que por entre la luz de la Aurora se distinguian algunas estrellas*: y no pudiendo haberse visto otras en nuestro Paralelo, en aquel dia y hora que estas de segunda y tercera magnitud, por no tener aquel lugar del Cielo (á excepcion de *Zeta* de la Osa menor, y la del Cuello del Camello, que son de quarta, y no se percibian por entre la luz boreal) otras que unas pocas de sexta y séptima magnitud, como se

puede ver en qualquier Catálogo, Planisferio, ó Globo, las quales se observan con dificultad á la simple vista, aun en un Cielo limpio; se deduce, que las que distinguió por entre la Aurora boreal, fueron las dos referidas.

De esta prueba resulta la falsedad de su Proposicion, que es la siguiente, asentada en la Gazeta n. 6. y repetida en la n. 13. *Para dar* (dice) *una idea del modo con que estaba formada* (la Aurora boreal) *diré, que era un segmento de círculo, cuya saeta que se dirigia del punto del Norte en el horizonte para la estrella Polar, era de 12 grados; y la cuerda que subtendia el arco, de 38 grados.* Pag. 42... *Observé que la saeta del segmento luminoso se elevó 12 grados sobre el horizonte: ví que la cuerda que subtendia el arto era de 38 grados... En virtud de estos datos, por operaciones que sabe el mas novicio Geómetra, verifiqué el centro de la Aurora, y la parte del globo á que correspondia su centro en el zenit. De todo esto ¿no debia inferir que se halló en el zenit perpendicular en los grados 110 de Longitud, y en los 48 de Latitud? Se desea demostracion para desvanecer estos asertos.* Pag. 103. Aqui entraba bien el *Projicit ampullas* de Horacio. Confieso mi ignorancia, y me juzgo menor que el mas novicio Geómetra, pues no sé quales sean las operaciones por donde halló estos *asertos*. Lo que si sé es, que las lineas rectas, como son las saetas y las cuerdas, no se dividen en grados; porque esta division es propia solamente de las curvas circulares, como sabe qualquier principiante en la Geometria.

La saeta ó seno verso de un arco es la parte del diámetro comprehendida entre la extremidad del mismo diámetro, y el seno recto del propio arco, que es la mitad de la cuerda del arco doble: estos senos y cuerdas se dividen en partes iguales de aquellas en que está dividido el diámetro ó semidiámetro de un círculo, no en grados; por lo qual se dice, seno ó cuerda de un arco de tantos grados: y asi el decir la saeta de 12 grados, y la cuerda de 38 grados es notable impropiedad de hablar, en que no incurrirá aun el mas novicio Geómetra. Permitiendo, no obstante, esta locucion extrangera de la Geometria, y que llame grados á las partes en que se divide el diámetro, digo, que si la saeta es de 12 partes, la cuerda perpendicular á ella no puede ser de solas 38; excede en muchas mas su valor. Para demostrar esto no es necesario valerse de la Trigonometria, qualquier novicio Geómetra lo puede hacer facilmente con tal que haya llegado á la Proposicion 47 del Libro 1 de Euclides; porque suponiendo dividido el diámetro en 180 partes, esto es, en tantas quantos grados contiene el semicírculo, será en la *fig.* 2. el radio ó semidiámetro CA, ó CE de 90 partes; y quitando de CE la saeta DE de 12 partes, quedará el resto CD de 78, cuyo quadrado es 6084, el que restado de 8100, quadrado del radio CA, que es la hypothenusa del triángulo rectángulo ADC, quedan 2016 por quadrado del cateto AD, mitad de la cuerda AB, cuya raiz es próximamente 44, 89, esto es, 44 partes y 89 centésimas, y su duplo 89 partes y 78 centésimas, valor de toda la cuerda AB, mas que doble de las 38 partes que se dicen grados.

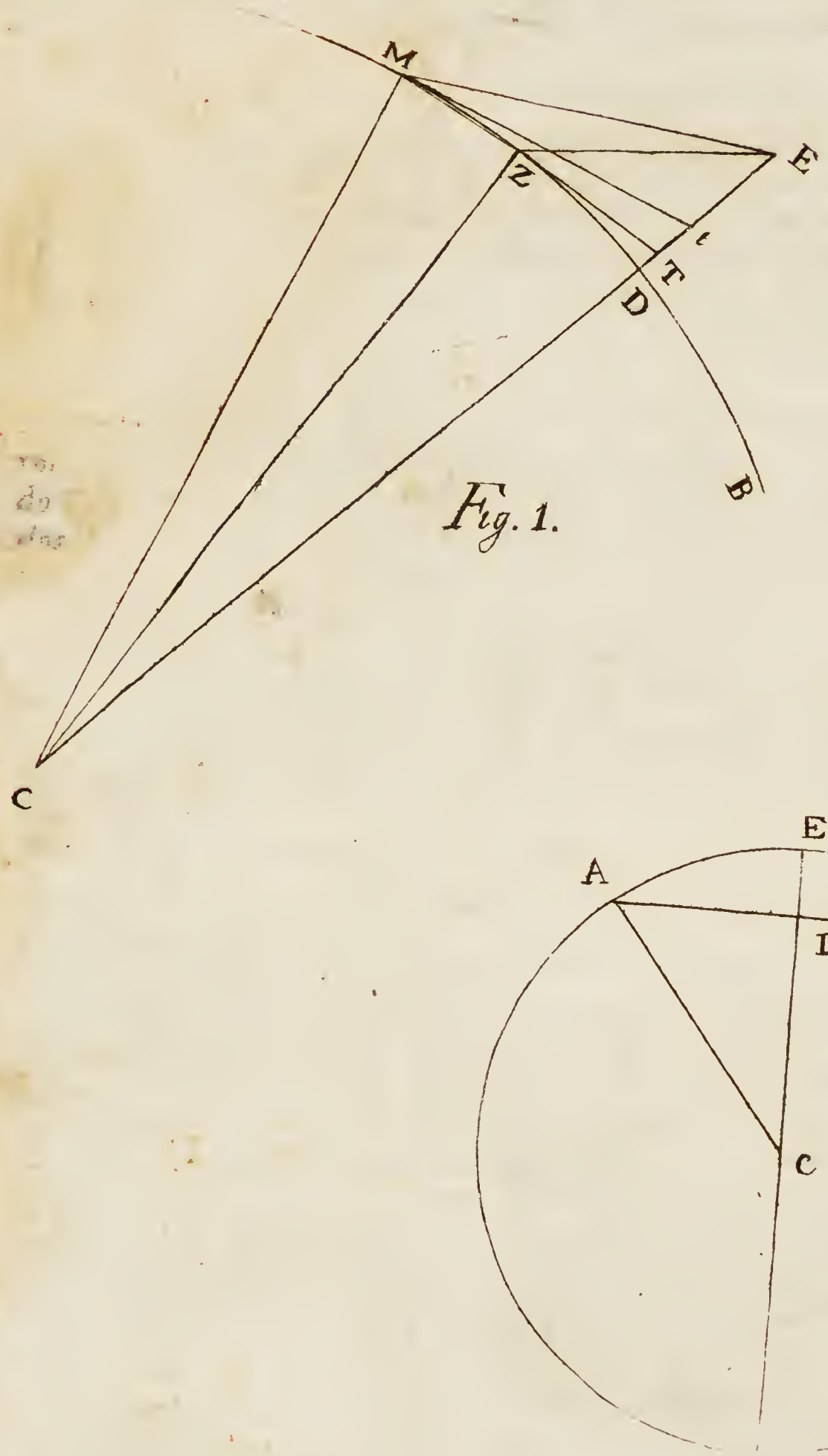


Fig. 1.

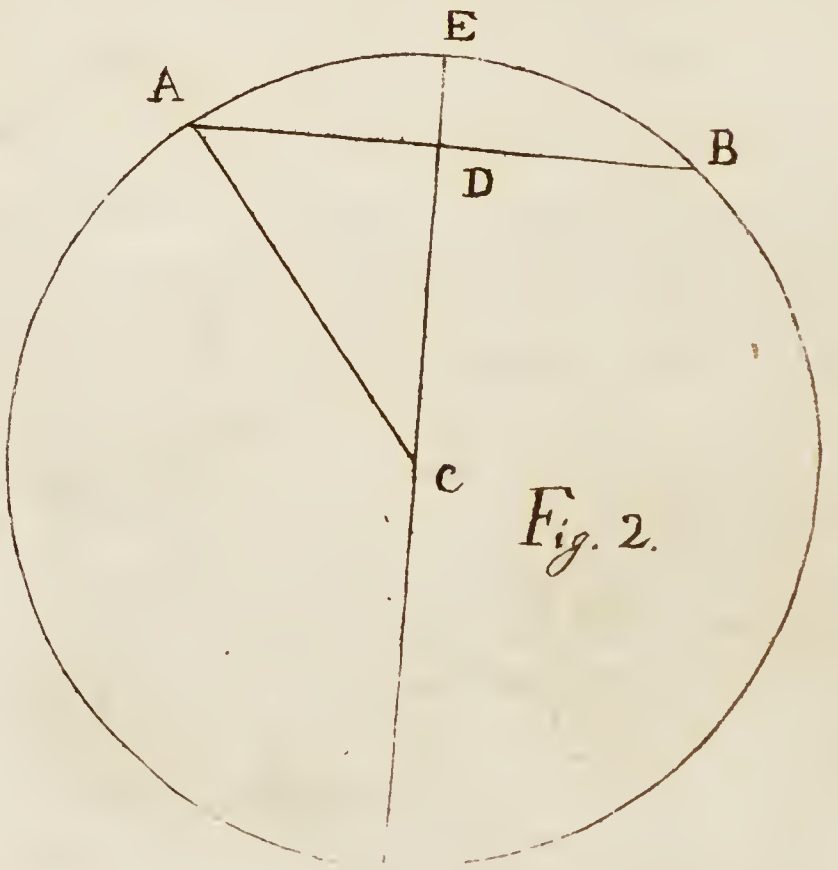


Fig. 2.

Aunque supongamos el radio dividido en 60 partes (y es lo ...os en que se puede dividir para arreglarnos á la voz *grados*, por ser cuerda de un arco de 60); con todo excede en casi otro tanto el valor de la cuerda que se finje de solas 38, como se puede vér, haciendo la misma operacion, por la qual resultará de 72 partes: diferencia enorme que no corresponde á la gran confianza con que se asienta que se desea demostracion para desvanecer aquellos asertos. ¿Quales serán ellos, pues se infieren de unos principios tan errados? Bien que no acabo yo de hallar el modo con que estan inferidos, y quisiera que su Autor nos hubiera expuesto sus cálculos; acaso mis Lectores inteligentes podrán comprehenderlos. Entretanto solo nos queda el dolor de que vayan caminando para Francia estas Gazetas á hacer juego con otras piezas que andan por allá de la misma naturaleza; pero la fortuna es, que no faltan alli otras de otros individuos Mexicanos, que vindiquen el crédito de la Nacion.

Nota.

Por evitar la confusion que resultaria de la junta de las lineas, á causa de la pequeñez de la figura 1, se han separado algo estas de su legítima situacion; por lo que no corresponden justamente en ella los lados y ángulos que producen los cálculos; pero puede qualquiera describirla en grande con toda exâctitud, arreglado á las medidas que se deducen de la resolucion de los Triángulos: lo que se advierte para excusar críticas impertinentes.

5778

B790
L579d